

Aus dem Institut für Sozialhygiene und öffentliches
Gesundheitswesen der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. H. Genz

Gestattet unser Wissen über die Tagesperiodik Aussagen zur Frage der Überforderung von Schülern in Ganztagschulen?

Eine Untersuchung in einer Berliner Gesamtschule

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Moch, Hannelore, geb. Clauß

Rudolstadt

1976

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Sozialhygiene und öffentliches
Gesundheitswesen der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. H. Genz

Gestattet unser Wissen über die Tagesperiodik Aussagen zur Frage der Überforderung von Schülern in Ganztagsschulen?

Eine Untersuchung in einer Berliner Gesamtschule

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin



vorgelegt von
Moch, Hannelore, geb. Clauß
Rudolstadt

Referent: Prof. Dr. H. Genz

Korreferent: Prof. Dr. G. Bein

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 18. 2. 1976



Inhaltsverzeichnis

Seite

A	Einleitung	1
B	Methodik	8
C	Ergebnisse	12
	1. Allgemeine Daten	12
	2. PF-Verhalten	13
	2.1. Pulstageskurven	14
	2.2. Tagesgang der Pulsmittelwerte	26
	2.3. Pulsfrequenzmaxima und -minima	29
	2.4. Weitere Aufschlüsselung der Ergebnisse	32
	2.4.1. Rel. Pulsabfall am Vormittag	33
	2.4.2. Rel. Pulsanstieg am Nachmittag	33
	2.4.3. PF-Verhalten am Nachmittag	36
	2.4.4. Beziehung zwischen y_a und t_2	37
	2.4.5. Beziehung zwischen y_a und y_b	37
	3. RR-Verhalten während des Unterrichts	42
	4. d_2 -Test	45
	5. Geometriearbeit	50
D	Diskussion	51
E	Zusammenfassung	64
F	Anhang	67
G	Literatur	122

A Einleitung

Die Frage nach einer Überlastung der Schulkinder wurde durch Pädagogen, Ärzte und Eltern immer wieder gestellt, seitdem es öffentliche Schulen gibt (1880: Educational-Enactment: Allgemeine Schulpflicht für Kinder unter 10 Jahren in England (21)). Gegen Ende des 19. Jahrhunderts finden sich in der Literatur zahlreiche Arbeiten, die sich mit dem Überbürdungsproblem befassen. (Zusammenfassende Darstellung: R. Tümpel in Reins Handbuch der Pädagogik (71)). Die öffentlichen Schulen hatten sich zum Teil aus Fabrikschulen und zum Teil aus Klosterschulen entwickelt, in letzteren wurden Internatszöglinge an Vor- und Nachmittagen unterrichtet. Obwohl diese Schulform wegfiel, wurde der geteilte Unterricht beibehalten, bis 1920 zumindest in Preußen ein Ministerialerlaß dem ungeteilten Unterricht am Vormittag den Vorzug gab (56).

Nach dem zweiten Weltkrieg wurde wegen der Schulraumnot, die durch die Zerstörung der Schulhäuser bedingt war, zwangsläufig ein Schichtunterricht eingeführt. In den 50er Jahren wurden - besonders von HELLBRÜGGE und Mitarbeitern - Untersuchungen durchgeführt, die über die tageszeitliche Beanspruchung der Schulkinder Auskunft gaben. Es wurde darauf hingewiesen - das galt besonders für Gymnasien, aber auch für Volksschulen -, daß durch die zunehmende Stofffülle das Leistungsvermögen insbesondere von jüngeren Kindern überfordert wurde, da es zu einer weitgehenden Gleichstellung der zeitlichen Anforderungen an Kinder und Jugendliche gekommen war. Eine stärkere Differenzierung der Beanspruchung und Erholung in den verschiedenen Alters- und Entwicklungsstufen wurde gefordert (24). Auch zur Frage des Schichtunterrichtes wurde Stellung genommen und dieser

vollständig abgelehnt (19). Mit der Beseitigung der Schulraumnot wurde auch der Schichtunterricht in den meisten Bundesländern weitestgehend abgeschafft.

Mit der Umstrukturierung des gesamten Schulsystems als Folge der gewaltigen gesellschaftspolitischen, wirtschaftlichen und sozialen Umwälzungen in unserer Industriegesellschaft tauchten ganz neue Probleme auf.

Zunächst waren Bestrebungen im Gange, auch im Schulwesen die 5-Tage-Woche einzuführen. So wurde schon 1957 auf der 10. Hauptversammlung des Deutschen Städtetages gefordert, daß sich die Schule der Entwicklung zur 5-Tage-Woche nicht entziehen dürfe (60). In allen Teilen der Bundesrepublik Deutschland und West-Berlins wurden solche Schulen mit zum größten Teil nicht negativem bis positivem Ergebnis eingerichtet. (GASSE (13), MICHA (51)). Dies geschah sehr häufig in Form der sogenannten Tagesheimschule, einer Form der Ganztagschule, deren Schaffung sich auch durch die zunehmende Berufstätigkeit der Mütter als notwendig erwies (1971 waren 45,6 % der Frauen erwerbstätig; von diesen hatten 36,3 % Kinder unter 15 Jahren (Statistisches Jahrbuch 1972)). Die seit 1958 bestehende "Gemeinnützige Gesellschaft Tagesheimschule Frankfurt a. M. e. V." befaßt sich mit den Problemen, die mit dem Ganztagsschulbetrieb entstehen.

Die Einführung der 5-Tage-Woche und Tagesheimschule entsprach einer äußeren Schulreform. Gleichzeitig erwies sich auch eine innere Reform als dringend erforderlich, nämlich die Umwandlung des bisherigen vertikalen in ein horizontales Schulsystem. Das vertikale Schulsystem ging von der Theorie der 3 Begabungstypen (daraus resultieren die 3 Oberschultypen) und vom System der Jahrgangsklassen aus; demgegenüber wird

das horizontale Schulsystem durch die Gesamtschule repräsentiert.

Die Kombination von Tagesheimschule mit 5-Tage-Woche und Gesamtschule bringt viele neue Aspekte. Es wurden sowohl pädagogische als auch soziale Gründe genannt, die eine solche Einrichtung von Gesamtschulen als vorteilhaft erscheinen lassen; als pädagogische Gründe wurden die Egalisierung von Bildungschancen, die Erkennung und Förderung von Bildungsreserven, die Individualisierung und Differenzierung der Schulerziehung und die Erziehung zur Freizeitmündigkeit, und als soziale Gründe die Angleichung an die 5-Tage-Woche und die steigende Erwerbstätigkeit der Mütter aufgeführt (9).

Aber auch die negativen Aspekte müssen beleuchtet werden. So macht der Soziologe H. LINDE (45) auf die völlige Umstrukturierung der kindlichen Handlungsmöglichkeiten und Handlungsfelder in einem Ganztagschulbetrieb aufmerksam, es kommt hier zu einer "Verkürzung und Destruktion des Freiheitsraums der Selbstorientierung, Selbsterprobung und Selbstbestimmung des kindlichen Tuns und Treibens". Besteht auf der einen Seite die Gefahr der Nivellierung der kindlichen Wünsche und Möglichkeiten, steht daneben die Gefahr der Fremderziehung, denn der "geschlossene vitale Personalbezug der elterlichen Autorität geht in die formalisierte Verantwortung des kollektiven Bezuges der Lehrerautorität über". Die Ganztagschule sollte nur als Ergänzung, nicht als Entlastung des Elternhauses aufgefasst werden (47).

Mit der Einführung von Schulversuchen mit Gesamtschulen in der Bundesrepublik Deutschland und West-Berlin wurde die Frage der Überlastung der Schulkinder erneut gestellt und in den verschiedensten Gremien diskutiert. (11, 16, 22).

Die Empfehlungen der Bildungskommission des Deutschen Bildungsrates vom 30. 1. 1969 sehen zwar eine wissenschaftliche Kontrolle durch pädagogische, psychologische und sozialwissenschaftliche Institute der Universitäten sowie die Schaffung eines Institutes für Schulforschung und Schulentwicklung vor, lassen aber die medizinischen Aspekte dieser Versuche weitgehend außer acht. Immer wieder wurde von Ärzten und Pädagogen - zuletzt auf der Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Sozialpädiatrie im September 1971 in Krefeld - darauf hingewiesen, daß ein 8-Stunden-Tag dem kindlichen Leistungsvermögen nicht adäquat ist, und daß insbesondere der Nachmittagsunterricht abzulehnen sei, da er in die Zeit eines physiologischen Leistungsabfalls fällt (17).

Diesen Aussagen liegt eine umfassende Kenntnis der biologischen Rhythmusforschung zugrunde, die schon seit Jahrhunderten die Wissenschaftler der Welt beschäftigte (JORES, A. 1935 (30), MENZEL, W. 1942 (48) und 1947 (49)). Danach gibt es einen autonom tätigen Rhythmus des Schlafbedürfnisses zur Nacht sowie Tag-Nacht-rhythmische Veränderungen der Kreislaufgrößen (Pulsfrequenz, Blutdruck, Sauerstoffverbrauch und CO_2 -Abgabe, Atmung, Körpertemperatur), ferner einen Rhythmus der Blutbestandteile, der Wasserausscheidung, der Ausscheidung fester Substanzen, einen Leber- und einen Magenrhythmus.

KAISER bestätigte 1949 durch seine Untersuchungen (der Kreislaufgrößen) diese Ergebnisse (32). Von O. GRAF wurde der Nachweis erbracht, daß die physiologische Leistungsbereitschaft in ihrem Tagesgang einer rhythmischen physiologischen Leistungskurve folgt; dabei wurde die physiologische Leistungsbereitschaft als der Grenzwert einer Arbeitsleistung definiert, die ohne besondere Willensanstrengung bewältigt werden kann und demzufolge nur mit geringer Ermüdung einhergeht. Seine Untersuchungen

führte er in Münchner Industriebetrieben durch; damit konnte er die tageszeitlichen Unterschiede der effektiven Arbeitsleistung nachweisen (14). Die Untersuchungen fanden eine Bestätigung durch BJERNER u. a. (1955), die in einem schwedischen Betrieb die tageszeitliche Verteilung von Fehlleistungen notierten (6). In neuerer Zeit durchgeführte Untersuchungen konnten ebenfalls eine tageszeitliche Abhängigkeit der verschiedensten Kreislaufgrößen feststellen (KLAUS 1960 (38), KLEIN 1966 (40) und VOIGT 1968 (73)).

Zunächst waren nur Untersuchungen im Erwachsenenalter durchgeführt worden; Beobachtungen der unterschiedlichsten Parameter während des 24-Studentages im Kindesalter wurden erstmals in den 50er Jahren veröffentlicht. So wurde über die Tagesschwankungen der Rechengeschwindigkeit (RUTENFRANZ und HELLBRÜGGE (63)), über die Tagesrhythmik des elektrischen Hautwiderstandes (RUTENFRANZ, HELLBRÜGGE, NIGGESCHMIDT (62)), über tageszeitliche Veränderungen der Pulsfrequenz (HELLBRÜGGE, RUTENFRANZ, LANGE (18)), des Blutdrucks (OBERHOFF (52)), des Blutzuckerspiegels (SCHIESSEL (68)), der Körpertemperatur und über die Tag-Nacht-Rhythmik von Wachen und Schlafen (LANGE (44)) berichtet.

Das Fazit aus allen diesen Untersuchungen zog HELLBRÜGGE 1960, daß nämlich im Laufe des Vormittags und späten Nachmittags eine erhöhte Leistungsdisposition bestehe und daß sich in der Zeit zwischen 13 und 15 Uhr - mit einem Minimum um 14 Uhr - eine Phase verminderter Leistungsbereitschaft finde (28).

Zur Messung biorhythmischer Phänomene erwies sich die Biotelemetrie als ein sehr geeignetes Verfahren. Wie auf dem ersten Deutschen Biotelemetrie-Symposium 1968 in Erlangen von ULLRICH betont wurde, hat die Biotelemetrie in den letzten beiden Jahrzehnten die entscheidendste Entwicklung durchgemacht (72). Sie wurde in erster Linie durch die Erfordernisse der Raketentechnik und der Luft- und Raumfahrt verursacht (KIRCHHOFF (37), RENEMANN (57), GRASSER (15)). Zunehmende Bedeutung gewann sie auch in der Sportmedizin (MEYTHALER (50), KEUL (33), KLAUS (39), KLIMT (41)), der Arbeitsmedizin (DUPUIS (10), ROSENKRANZ (61), KIRCHHOFF (36)), der Verkehrsmedizin (HOFFMANN (25)) sowie der Rehabilitation von Herzinfarktpatienten (HÜLLEMANN (26), (27), KÜHLER (43)).

Spricht man von Telemetrie, so ist in erster Linie an die drahtlose Übertragung von EKG und Pulsfrequenz gedacht. Aber auch andere Parameter der Physiologie wie Blutdruck, Pulmonalarteriendruck, Atemgrößen und EEG sind durch Telemetrie zu übertragen. Die telemetrische Pulsfrequenzmessung weist gegenüber den konventionellen Methoden erhebliche Vorteile auf, einmal den Wegfall des Einflusses auf Meßdaten durch Untersucher und Laboratoriumsmilieu, ferner gibt sie Auskunft über Spitzenbelastungen physischer und psychischer Art; daneben ist die Erfassung des tätigen Menschen unter natürlichen Arbeitsbedingungen möglich (HÜLLEMANN (28), BASSAN (3)).

1965 wurde vom Berliner Senat die Einrichtung von vier Gesamtschulen als Modellversuch beschlossen, drei davon sind als Ganztagschulen konzipiert (5). Schon bald nach Inbetriebnahme dieser Schulen häuften sich die Klagen der Pädagogen über mangelnde Konzentration und Mitarbeit der Schüler besonders in den Nachmittags-

stunden des Unterrichts.

Damit stellte sich die Aufgabe, die Belastung von Schülern einer Berliner Ganztagschule im Rahmen der zuvor umrissenen Problematik zu untersuchen.

Als Methode wählten wir die telemetrische Pulsfrequenzregistrierung während eines Unterrichtstages, die RR-Messung, den d_2 -Test sowie eine Geometriearbeit.

b Methodik

Wir führten unsere Untersuchungen in der Carl-Zeiss-Gesamtoberschule in Berlin-Lichtenrade durch (Einweihung: 26. Sept. 1969), es handelt sich hierbei um die kleinste der Berliner Gesamtschulen in Bezug auf Gebäude, Schülerzahl und Jahrgangsstufen - eine integrierte Mittelstufe der Klassen 7 - 10 mit ca. 600 Schülern. Die Schüler rekrutieren sich im wesentlichen aus den vier im Umkreis gelegenen Grundschulen, mit denen die Schule eine gute Zusammenarbeit pflegt. Nach einer dreimonatigen Egalisierungszeit wird für die Fächer Deutsch, Englisch und Mathematik die Einstufung in Fachleistungskurse vorgenommen. Die übrigen Fächer Physik, Biologie und Chemie werden zunächst ein Jahr in Kerngruppen unterrichtet, erst dann erfolgt die Einteilung in Fachleistungskurse. Daneben gibt es zwei Wahlpflichtkurse (2. Fremdsprache und technisch-naturwissenschaftlich-wirtschaftlicher Kurs) in 4 Wochenstunden sowie wahlfreie Arbeitsgemeinschaften in 2 Wochenstunden. Das 10. Schuljahr bedeutet gleichzeitig Abschluß (Haupt- oder Realschule) oder Übergang zur gymnasialen Studienstufe. Die Kinder halten sich von 8.00 bis 15.15 bzw. 16.00 Uhr in der Schule auf. Die Schulaufgaben sind in den Unterricht integriert. Die Teilnahme am Mittagessen ist freiwillig (5).

In einem Zeitraum von 5 Monaten (3. 10. 72 - 2. 3. 73) wurden 40 Schüler und Schülerinnen während zweier Unterrichtstage untersucht. Nach mehreren kurzen erläuternden Vorträgen vor kleineren Gruppen (insgesamt etwa 150 Schüler) über Sinn und Ziel dieser Untersuchung stellten sich 28 Mädchen und 12 Knaben freiwillig zur Verfügung. Sie kamen aus der 8. und 9. Jahrgangsstufe, ihr Alter lag zwischen 13,4 und 16,8 Jahren (durchschnittlich 14,9 Jahre). Durch einen ausführlichen Brief wurde die Erlaubnis der Erziehungsberechtigten eingeholt, die in allen Fällen erfolgte.

Das geringe Interesse der Schüler mag verschiedene Ursachen gehabt haben, einmal die Angst vor der unbekannten und die Bewegungsfreiheit etwas einschränkenden Untersuchung sowie Angst vor einem möglicherweise "ungünstigen" Ergebnis, ferner einfach Gleichgültigkeit. Bei den untersuchten Kindern handelt es sich also von vornherein um interessierte und aufgeschlossene Probanden.

Wir führten die Pulsfrequenzmessung während der Unterrichtsstunden des ganzen Tages durch, dazu benutzten wir das Telecust 36, ein Telemetriegerät der Fa. Siemens. (4).

Das Gerät besteht aus einem Sender und einer Telemetrieempfangsstation. Der Telemetriesender ist ein Batteriegerät von der Größe 81 x 55 x 21 mm und wiegt mit Antenne 220 g. Er ist an einem Gürtel angebracht, die Antenne verläuft im Futter des Gürtels. Die größtmögliche Reichweite wird mit der 60 cm langen Stabantenne erzielt, die aber an einer Kopfhaut zu tragen ist. Wir wählten aus psychologischen Gründen (Eitelkeit der Mädchen, Ablenkung der Probanden und der übrigen Schüler) und auch um mutwilligen Zerstörungen aus dem Wege zu gehen die Gürtelform mit einer Reichweite von ca. 20 m in geschlossenen Gebäuden. Der Standort der Empfangsstation mußte sich nach dem Aufenthaltsort des Probanden richten. Durch mehrere Versuche wurden zwei Standorte (in der Versuchsküche und im sog. Liegeraum für Lehrerinnen) gewählt, von dort aus konnte das Schulgebäude jeweils ca. zur Hälfte erfaßt werden. Die Untersuchung wurde dadurch erschwert, daß der zu untersuchende Schüler in den verschiedensten Räumen unterrichtet wurde, sodaß sich bisweilen ein zweifacher Standortwechsel als erforderlich erwies.

Die Telemetrieempfangsstation setzt sich zusammen aus Telemetrieempfänger, einem Sirecust BS 1 und einem Ein-Kanal-Registriereinschub. Der Empfänger mit Netzanschluß enthält eine Signallampe, die im Falle der Empfangsbereitschaft bei eingeschaltetem Sender grün aufleuchtet, ferner ist eine Batteriekontrolle des Senders möglich. Durch Tastendruck können bis zu 6 verschiedene Sender und damit 6 Probanden intermittierend abgefragt werden. Anfangs konnte mit nur einem Sender jeweils nur ein Proband pro Tag untersucht werden, ab 23. 1. 73 stand uns dann ein zweiter Sender zur Verfügung. Mit dem Sirecust BS 1 ist die direkte kontinuierliche Beobachtung des EKG am Sichtgerät möglich, ferner wird die Herzschlagfrequenz an einem Instrument mit Grenzwerteinstellung angezeigt, jeder einzelne Herzschlag wird optisch durch Aufleuchten eines Lämpchens und akustisch durch einen eingebauten Lautsprecher kenntlich gemacht. Mit verschiedenen Reglern können Ablenkgeschwindigkeit, Leuchtintensität, Nullage und Amplitudenhöhe eingestellt werden. Die Darstellung des ersten Kammerkomplexes am linken Bildrand erfolgt immer an der gleichen Stelle, so können zeitliche Verschiebungen zum zweiten und den weiteren Kammerkomplexen Rückschlüsse auf Rhythmusschwankungen geben. Mit dem eingebauten Registrierer wird die am Bildschirm des BS 1 dargestellte Kurve aufgezeichnet. Die Nullage, die Registriereschwindigkeit und die gewünschte Amplitude sind durch Regler einstellbar.

Am Untersuchungstag wurde das jeweils zu untersuchende Kind 15 Minuten vor Unterrichtsbeginn, also um 7.45 Uhr, in die Schule bestellt. Nach kurzen Fragen zur

Person und zum Stundenplan (eine ausführlichere Befragung erfolgte in der ersten großen Pause) wurde der Standort des Gerätes bestimmt. Zur Abnahme des EKG wurden drei spezielle Klebeelektroden als bipolare Brustwandableitungen am Thorax des Probanden angelegt. Diese Elektroden hatten sich gegenüber den Plattenelektroden trotz ihres höheren Preises und trotz der mit etwas mehr Zeitaufwand verknüpften Befestigung am Thorax als optimal erwiesen (SCHMIDT (69)). Die Haut wurde zuvor mit Benzin entfettet, die Elektroden mit einem Klebering versehen, der Elektrodenraum mit einer Kontaktpaste gefüllt und die so präparierte Elektrode auf der Haut aufgeklebt. Es wurde die bipolare Ableitung CC 5 (rot: unterer Rippenbogen rechts, gelb: unterer Rippenbogen links, schwarz: unterhalb des Sternum) gewählt. Da sich bei den Testversuchen im Laufe des Tages bei einer Probandin der Klebering mehrfach löste, wurden die Elektroden zusätzlich auf der Haut mit Leukoplast befestigt; diese Form der Befestigung wurde in allen weiteren Untersuchungen beibehalten. Nachdem der Untersucher sich von einer einwandfreien Übertragung überzeugt hatte, wurde der Schüler zum Unterricht geschickt. Während der Unterrichtsstunden wurden EKG und Pulsfrequenz am Oscillographen überwacht. Alle 5 Minuten wurde die Höhe des Pulses notiert.

Die Blutdruckmessung erfolgte mit dem üblichen Gerät nach Riva-Rocci vor Beginn des Unterrichts und nach jeder Unterrichtsstunde im Klassenraum im Sitzen. In der ersten großen Pause - 9.35 bis 9.55 Uhr - wurde der ordnungsgemäße Sitz der Elektroden kontrolliert, der in allen Fällen unverändert war und ein Fragenkatalog ausgebreitet. Am Nachmittag wurde der unterrichtende Lehrer zur Person des Probanden kurz befragt.

Die Auswahl des Untersuchungstages richtete sich nach folgenden Gesichtspunkten: 1. sollten an diesem Tag möglichst viele Stunden unterrichtet werden (max. 9), 2. sollte an diesem Tag keine Sportstunde stattfinden bzw. sollte der Proband dann nicht mitturnen, weil sich dadurch Spitzenwerte der Pulsfrequenz ergeben hätten, die das Gesamtergebnis hätten verfälschen können. Die erste Forderung war leider nicht immer durchführbar, da aus den verschiedensten Gründen häufig der Unterricht ausfiel.

Mit einem anderen Kollektiv von Schülern führten wir den d2-Aufmerksamkeits- und Belastungstest von BRICKENKAMP (7) durch. Es handelt sich bei dem d2-Test um einen im wesentlichen intelligenzunabhängigen Detail-Diskriminations-Versuch zur Prüfung der visuellen Aufmerksamkeitsanspannung. Ursprünglich war der Test zur Feststellung der Fahrtauglichkeit entwickelt worden, doch bald eröffnete sich ihm ein breites Anwendungsspektrum

für vielfältige psychodiagnostische Probleme, die innerhalb der Altersspanne von 9 bis 60 Jahren auftreten können; für diese ist der Test standardisiert.

Der Testbogen ist im Querformat mit 14 Testzeilen bedruckt. Jede dieser Zeilen setzt sich aus 47 Zeichen zusammen, die sich in wechselnder Folge wiederholen. Insgesamt sind es 16 verschiedene Zeichen, die aus der systematischen Kombination von 4 Elementen entstanden sind. Drei bestimmte Zeichen: d, d, d, müssen aus der gemischten Folge von den Probanden durchgestrichen werden. Jede Zeile soll in der vorgeschriebenen Zeit von 20 sec durchgeschaut werden. Diese Zeit hat sich als optimale Zeitgrenze herausgestellt. Besonders die schnelle Durchführbarkeit (mit Instruktion ca. 10 Minuten) sowie die relativ einfache Auswertungsmöglichkeit mit Schablonen machen diesen Test für die Praxis geeignet. Die Gütekriterien eines Testes wie Objektivität, Zuverlässigkeit, Gültigkeit und Ökonomie sind gesichert.

Wir führten den Test mit einer Gruppe von Schülern und Schülerinnen der 8. und 9. Jahrgangsstufe durch. Einer Gruppe A - bestehend aus 38 Probanden - wurde der Testbogen einmal am Vormittag um 10.00 Uhr und zwei Tage später am Nachmittag um 14.30 Uhr vorgelegt, während eine Gruppe B (42 Probanden) den Test zuerst um 14.30 Uhr und zwei Tage später um 10.00 Uhr absolvierte. Wir wollten damit untersuchen, ob der d2-Test am Vormittag bessere Ergebnisse liefert als am Nachmittag, selbst wenn man als Übungseffekt 25 % ansetzt.

Außerdem wurde eine Geometrienormarbeit der gesamten 9. Jahrgangsstufe geschrieben und von den Mathematiklehrern korrigiert und bewertet. Die gleiche Arbeit unterteilt in A und B - mit gleichem Schwierigkeitsgrad, aber verschiedenen Werten - wurde einmal in der ersten Schulstunde und einmal in der 8. Schulstunde geschrieben, wobei diejenigen, die am Vormittag Aufgaben der Gruppe A lösen mußten, am Nachmittag die der Gruppe B bekamen und umgekehrt. Zwischenzeitliche Kommunikationen waren nicht auszuschließen. Den Probanden war mitgeteilt worden, daß beide Arbeiten in ihrer Benotung gleich gewertet würden.

Folgende statistische Methoden wurden angewendet: 1. arithmetisches Mittel, 2. Quiquadrat-Test, 3. Quadranten-Korrelation, 4. lineare Regression.

C Ergebnisse

1. Allgemeine Daten

Die untersuchten 40 Schüler im Alter von 13 - 16 Jahren äußerten sich zu familiären, soziologischen, psychologischen und medizinischen Fragen wie aus Tabelle 1 (siehe im Anhang) ersichtlich ist. Danach stammen 23 der Kinder aus Angestellten- oder Beamtenfamilien und 10 aus Arbeiterfamilien. Die Hälfte der Mütter war nicht berufstätig. Unter den 18, die im Beruf standen (8 in einer Halbtags-tätigkeit, 10 in einer Ganztags-tätigkeit), stellten Angestellte und Beamte mit 14 die größere Gruppe.

Als Schulziel wurde von 17 Schülern das Abitur, von 16 Schülern die mittlere Reife und von 5 Schülern das Abgangszeugnis der Volksschule genannt. Zwei der Schüler konnten noch keine Angaben machen. Der eigene Leistungsdurchschnitt wurde von 1 mit 1, von 4 mit 2, von 6 mit 2 - 3, von 24 mit 3, von 5 mit 3 - 4 und von zwei Schülern mit 4 bezeichnet.

Hausaufgaben, die aufgrund der Gesamtschulkonzeption entfallen sollten, wurden immerhin doch noch von 3/4 der Schüler gemacht.

Die Teilnahme am Mittagessen war freiwillig, nicht weniger als 29 verzichteten darauf; als Gründe wurden das wenig schmackhafte Essen und der zu hohe Preis genannt. Fünf nahmen nur gelegentlich an dem Mittagessen teil und nur 6 aßen regelmäßig in der Schule.

Auf eine eingehende körperliche Untersuchung wurde verzichtet. Der leptosome Konstitutionstyp war bei 31 Schülern vorrangig, 5 waren pyknisch und 4 athletisch.

Dreiviertel der Kinder trieben regelmäßig Sport, davon 14 privat oder in der Schule außerhalb des normalen Schulsportunterrichtes und 16 im Verein. Ein Viertel betätigte sich außerhalb des Unterrichts nicht sportlich.

Über ihre Rauchgewohnheiten befragt, bezeichneten sich 23 als Nichtraucher. Von den Rauchern wurden von 9 bis zu 5, von 7 bis zu 10 und von einem über 10 Zigaretten pro Tag geraucht.

28 Schüler fühlten sich an den Untersuchungstagen beschwerdefrei. Zwölf gaben Beschwerden an, im Vordergrund standen Kopfschmerzen. 36 Schüler hielten sich durch den Ganztags schulbetrieb nicht für überfordert, nur 3 gaben eine gelegentliche Überbeanspruchung an. Ein einzelner Schüler fühlte sich überlastet.

Nach Aussage der am Nachmittag unterrichtenden Lehrer war das Verhalten von $\frac{3}{4}$ der Kinder am Nachmittag unauffällig, $\frac{1}{4}$ wurde als unaufmerksam bezeichnet.

2. Pulsfrequenzverhalten während des Unterrichtes

Zur Untersuchung standen uns 28 Mädchen und 12 Knaben im Alter von 13,4 bis 16,8 Jahren zur Verfügung (siehe Tabelle 2 im Anhang). 22 (27,5 %) der Untersuchungen konnten nur am Vormittag erfolgen. Folgende Ursachen führten zum Ausfall des Nachmittagsunterrichtes: Erkrankung des Lehrers (15 x), schulinterne Gründe (z. B. Lehrerkonferenz) (3 x), Erkrankung des Schülers (2 x), andere Gründe (2 x). Vier Untersuchungen (6,8 %) konnten bis zur 7. Stunde, 47 (74 %) bis zur 8. Stunde und 11 (18,9 %) bis zur 9. Stunde durchgeführt werden. Zwei Untersuchungen (2,5 %) begannen erst mit der 2. Unterrichtsstunde und 9 Untersuchungen (11,25 %) erst mit der 3. Unterrichtsstunde.

2.1. Pulstageskurven

Die Pulswerte jedes einzelnen Schülers, die an jeweils 2 Tagen gemessen wurden und im Abstand von 5 Minuten auf dem Telemetriegerät abgelesen wurden, stellten wir in einer Tageskurve dar. Die Abb. 1 und 2 (siehe S. 15 und 16) zeigen als Beispiel 1 und Beispiel 2 zwei von diesen an verschiedenen Tagen (I und II) gewonnenen Kurven. In ihr wurden einmal die 5-Minuten-Werte der PF, ferner die Mittelwerte jeder einzelnen Schulstunde aufgetragen. Außerdem sind die nach jeder einzelnen Stunde gemessenen Blutdruckwerte eingezeichnet (die einzelnen Meßwerte sowie die Stundenverteilung zeigt die Tabelle 3 im Anhang).

Es zeigt sich, daß die PF im Laufe einer Unterrichtsstunde z. T. erhebliche Schwankungen aufweist. Meist ist in den ersten 10 Minuten das PF-Niveau deutlich höher (körperliche Betätigung in der vorangegangenen Pause, Raumwechsel), und häufig zeigt sich auch kurz vor Ende der Unterrichtsstunde ein PF-Anstieg (Erwartung der Pausenglocke).

Bei unseren Beispielen wird am ersten Untersuchungstag ein Abfall der PF von der 1. zur 2. Stunde deutlich, in der 3. und 4. Stunde steigt die PF gegenüber den ersten beiden Stunden an, dies ist möglicherweise auf die geänderten Unterrichtsbedingungen zurückzuführen, da beide Stunden als sog. Freistunden in der Bücherei verbracht wurden. Die 5. Stunde brachte dann wieder einen geringen Abfall der PF. Während der Mittagspause in der 6. Stunde blieben die Werte unten, ein erneuter Anstieg war dann wieder in der 8. Stunde zu verzeichnen. Im Unterschied dazu fand sich am 2. Untersuchungstag ein kontinuierlicher Abfall der PF in den ersten vier Unterrichtsstunden mit einem geringen Anstieg in der 5. Stun-

#7
#7

Abb. 1 : Beispiel 1
Tageskurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks
am 1. Untersuchungsstag. (20.11.72, sei., . weibl.)

PF/RR

150-

140-

130-

120-

110-

100-

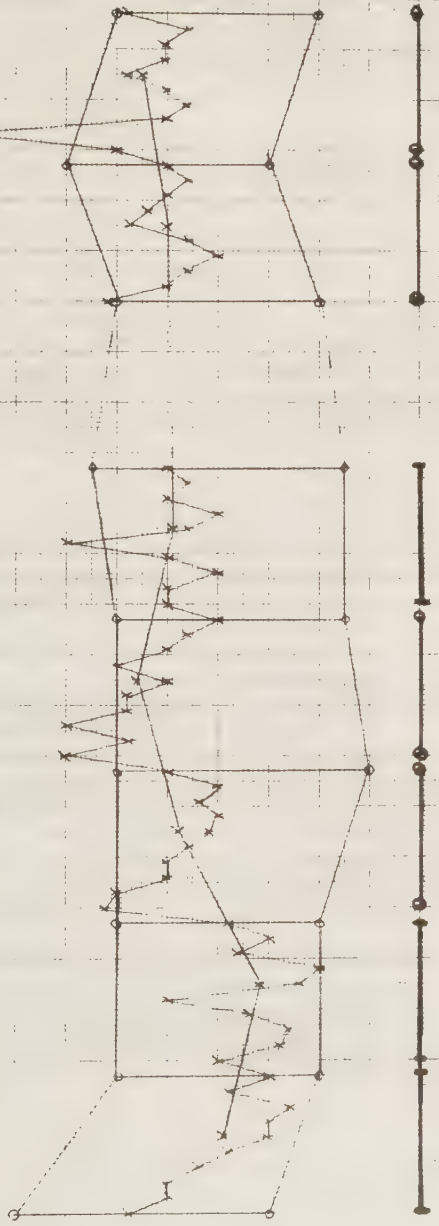
90-

80-

70-

60-

50-



800

850

955

1045

1135

1225

1335

1425

1515

1600 Uhr

Std.

2. Std.

3. Std.

4. Std.

5. Std.

6. Std.

7. Std.

8. Std.

9. Std.

ING
4H

Beispiel 2
Lageschurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks
am 2. Untersuchungstag. (P. 41.72, ei. 6. weibl.)

PE/RR

150-

140-

130-

120-

110-

100-

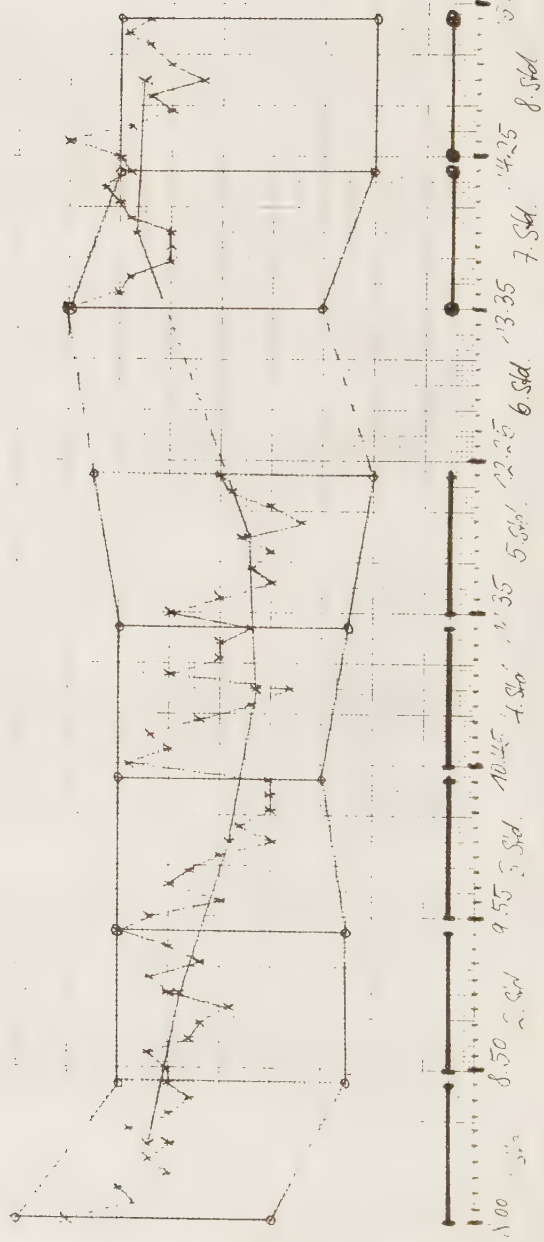
90-

80-

70-

60-

50-



de. Nach der großen Pause, die in der 6. Stunde lag, kam es zu einem ganz deutlichen PF-Anstieg, die PF blieb auch in der 8. Stunde nahezu gleich und blieb damit auf dem Ausgangsniveau der 1. Unterrichtsstunde. Auf das RR-Verhalten soll an anderer Stelle eingegangen werden.

Die Abb. 3 - 9 (Beispiele 3 - 6) zeigen weitere Beispiele von Tagesverlaufskurven. War das erste Beispiel willkürlich gewählt, so wurden jetzt unterschiedliche Unterrichtsfächer, bei männlichen und weiblichen Probanden, wie folgt gegenüber gestellt:

Beispiel 3:	Dau., M. II weibl. (HF/HF)
Beispiel 4:	Kar., R. I männl.; Mah., M. II weibl. (HF/NF)
Beispiel 5:	Ap., J. I männl.; Ost., E. I weibl. (NF/HF)
Beispiel 6:	He., R. I männl.; Len., R. II weibl. (NF/NF)

wobei (/) (vormittags/nachmittags) bedeutet. HF = Hauptfach (Deutsch, Mathematik, Englisch, Französisch, Chemie, Physik, Biologie), NF = Nebenfach (Gesellschaftskunde, TW = Technik und Werken, Musik, Zeichnen). (Die einzelnen Meßwerte sowie die Stundenverteilung zeigen die Tabellen 4 - 7 im Anhang).

In den Tagesverlaufskurven zeigt sich ein ähnliches Verhalten: sehr schwankende 5-Minuten-Werte mit der Tendenz hoher Stundenausgangswert und hoher Stundenendwert.

Für Beispiel 3 (siehe Abb. 3, S. 18) fand sich nur ein weiblicher Proband, bei den untersuchten männlichen Probanden war die Konstellation HF am Vormittag und HF am Nachmittag nicht zu finden. Das PF-Verhalten des weiblichen Probanden weist in den ersten 6 Unterrichtsstunden des Vormittags nahezu konstante Werte auf, lediglich in der 5. Stunde kommt es zu einem geringen Anstieg. Nach der großen Pause steigt die PF über den Ausgangswert der 1. Stunde.

Abb. 3 : Beispiel 3
 Tageskurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks
 an einem Untersuchungstag, an dem nur Hauptfächer
 unterrichtet wurden. (21.2.73, Dau., M. weibl.)

PF/RR

150 -

140 -

130 -

120 -

110 -

100 -

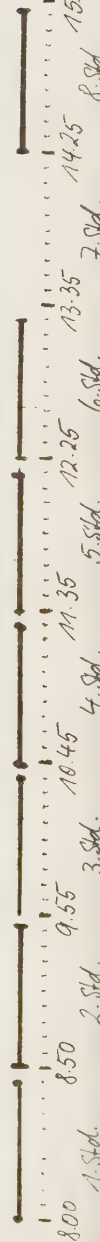
90 -

80 -

70 -

60 -

50 -



Bei den Beispielen 4 (siehe S. 20 und 21) zeigt die Kurve des männlichen Probanden einen stetigen Abfall der PF von der 1. bis zur 4. Stunde, in der 5. Stunde ein geringes Ansteigen und nach der großen Pause (6. Stunde) einen deutlichen Anstieg mit geringem Abfall in der 8. Stunde unter den Ausgangswert der 1. Stunde. Bei dem weiblichen Probanden kommt es im Laufe des Tages von der 1. zur 2. Stunde zu einem leichten Abfall der PF, in der 3. Stunde zum Anstieg auf den Ausgangswert, dann zu einem erneuten Abfall bis zur 6. Stunde. Nach der großen Pause wiederum Anstieg über den Ausgangswert der 1. Stunde.

Beispiel 5 (siehe S. 22 und 23) weist beim männlichen Probanden einen Abfall der PF in den ersten drei Unterrichtsstunden auf (die Aufzeichnung war erst nach der zweiten Schulstunde möglich). Nach der großen Pause kommt es wieder zu einem geringen Anstieg, der aber unter dem Ausgangsniveau bleibt. Bei der PF-Kurve des weiblichen Probanden zeigt sich in der 2. Unterrichtsstunde der niedrigste Wert, dann findet sich ein leichter Anstieg bis zur großen Pause (6. Stunde) mit weiterem stetigen Ansteigen bis zur 8. Stunde.

Das letzte Beispiel 6 (siehe S. 24 und 25) zeigt beim männlichen Probanden bis zur 4. Stunde (niedrigster Wert) einen Abfall der PF-Kurve, dann einen Anstieg in der 5. Stunde (Freistunde) sowie nach der großen Pause einen erneuten Abfall unter den Ausgangswert. Bei dem weiblichen Probanden zeigen sich nach einem Abfall bis zur 3. Stunde konstante Werte in den Stunden 4 - 6 und ein Anstieg nach der großen Pause unter den Ausgangswert der 1. Unterrichtsstunde. Das RR-Verhalten wird ebenfalls an einer anderen Stelle besprochen werden.

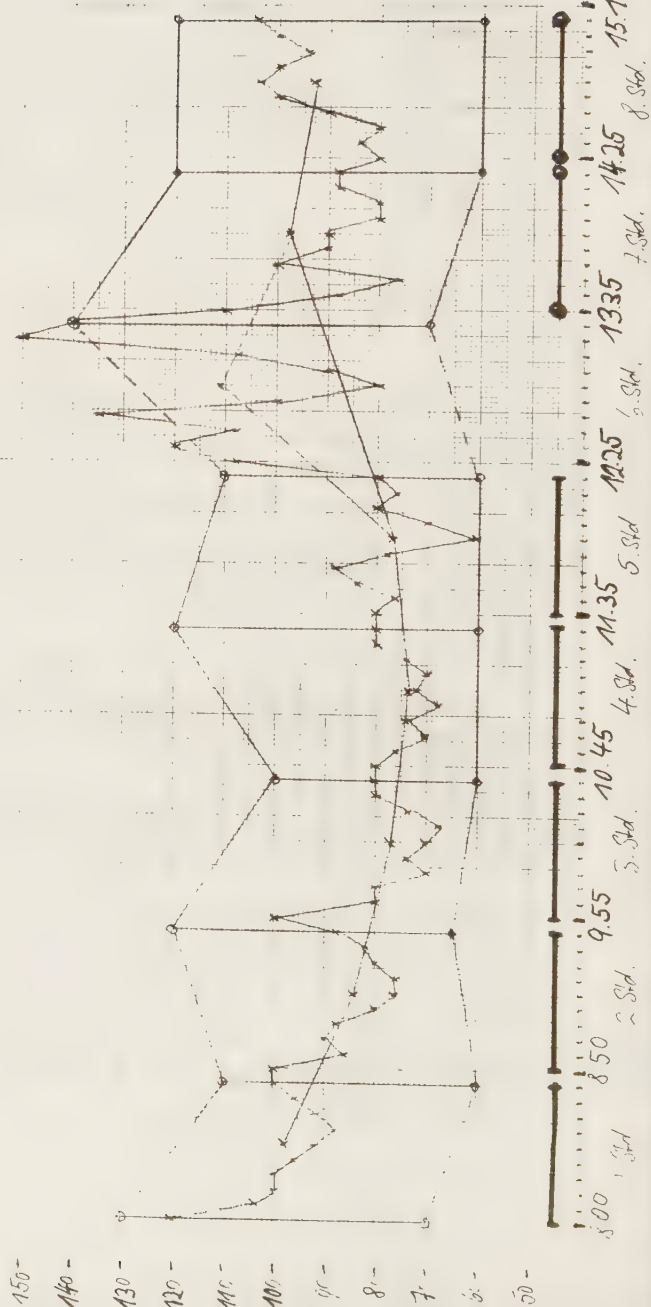
Aus den Abb. 1 - 9 und der Beschreibung der Kurvenverläufe geht hervor, daß sich aus einer einzelnen oder

WF

Abb. 4 : Beispiel 4a

Tageskurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks an einem Untersuchungstag, an dem vormittags nur Hauptfächer und nachmittags nur Nebenfächer unterrichtet wurden. (13.11.72, Kar., Rai.männl.)

PE/R



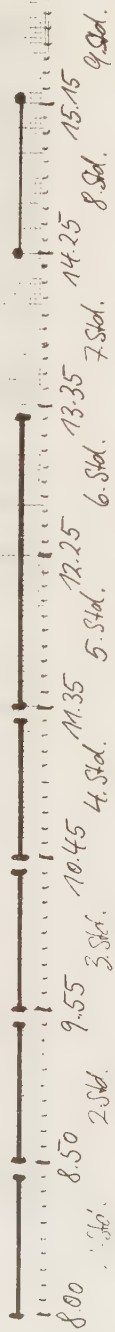
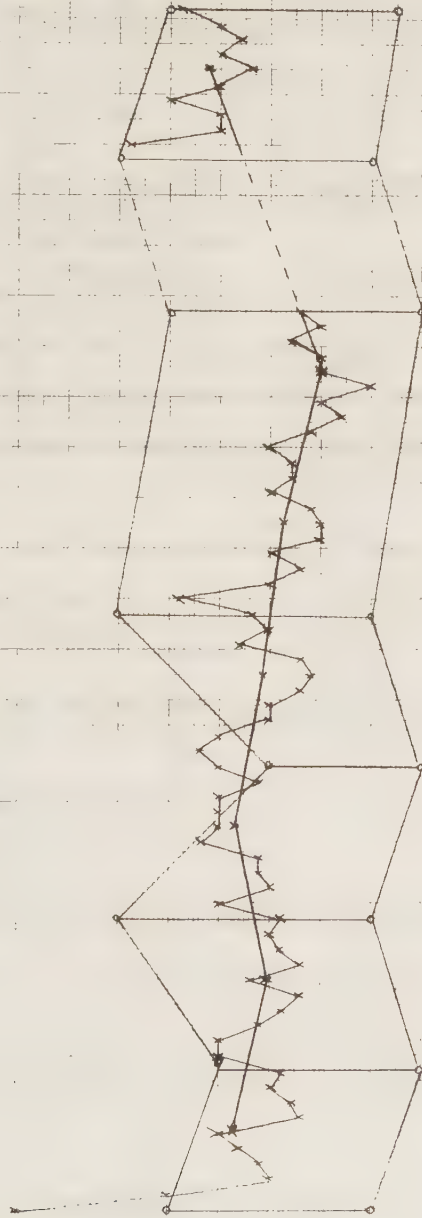
#F
#F

Abb. 5 : Beispiel 4b

Tageskurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks
an einem Untersuchungstag, an dem vormittags nur
Hauptfächer und nachmittags nur Nebenfächer un-
terrichtet wurden. (13.12.72, Ma.. Mo. weibl.)

PE/RA

150-
140-
130-
120-
110-
100-
90-
80-
70-
60-
50-



1000

Abb. 6 : Beispiel 5a
Tageskurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks
an einem Untersuchungstag, an dem vormittags Ne-
benfächer und nachmittags Hauptfächer unterrich-
tet wurden. (23.2.73, A., Jü. männl.)

PT/RR

150-

140-

130-

120-

110-

100-

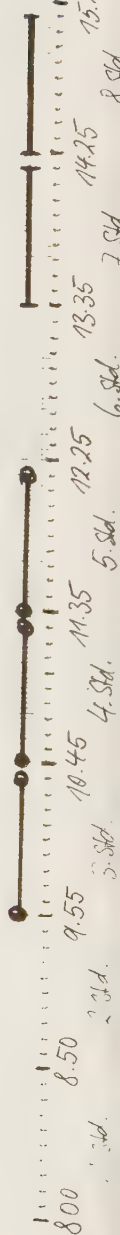
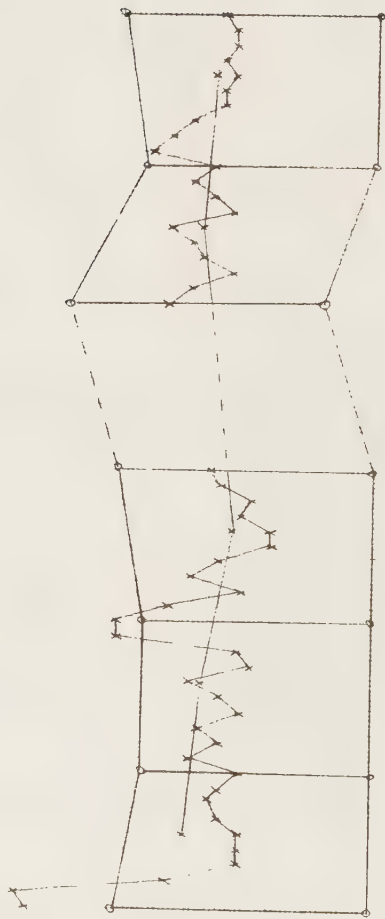
90-

80-

70-

60-

50-

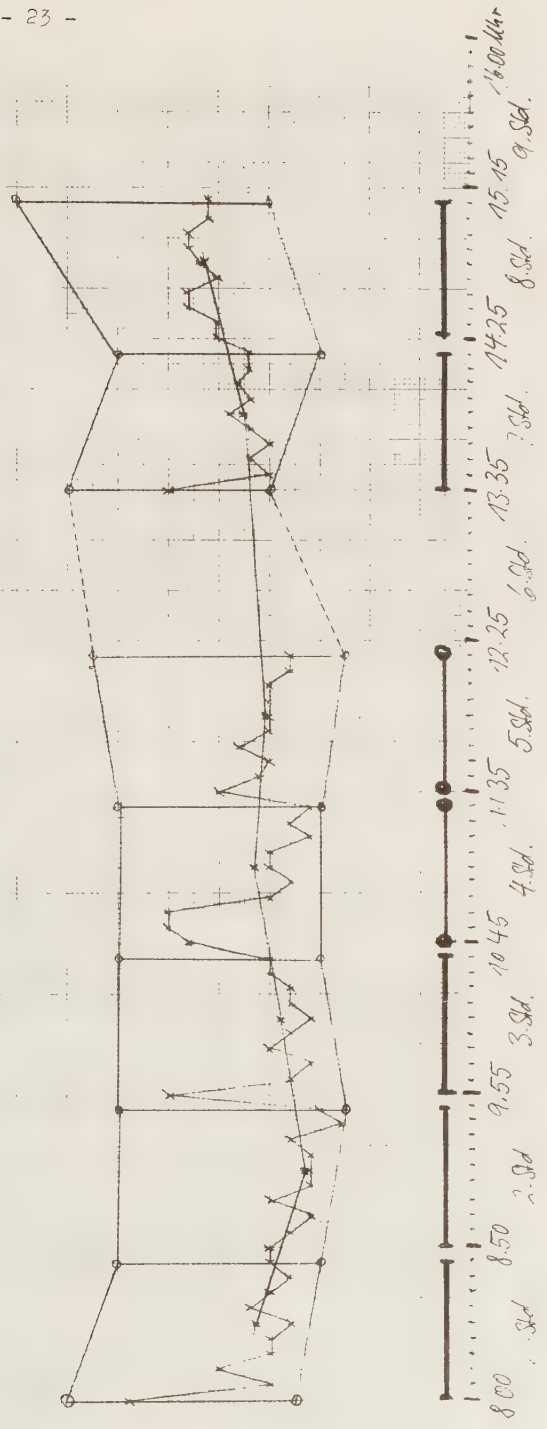


11.4.7
11.4.7

Abb. 7 : Beispiel 5b
Tageskurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks
an einem Untersuchungstag, an dem vormittags Me-
benfächer und nachmittags Hauptfächer unterrich-
tet wurden. (10.10.73, Os., El. weibl.)

PE-RR

150-
140-
130-
120-
110-
100-
90-
80-
70-
60-
50-

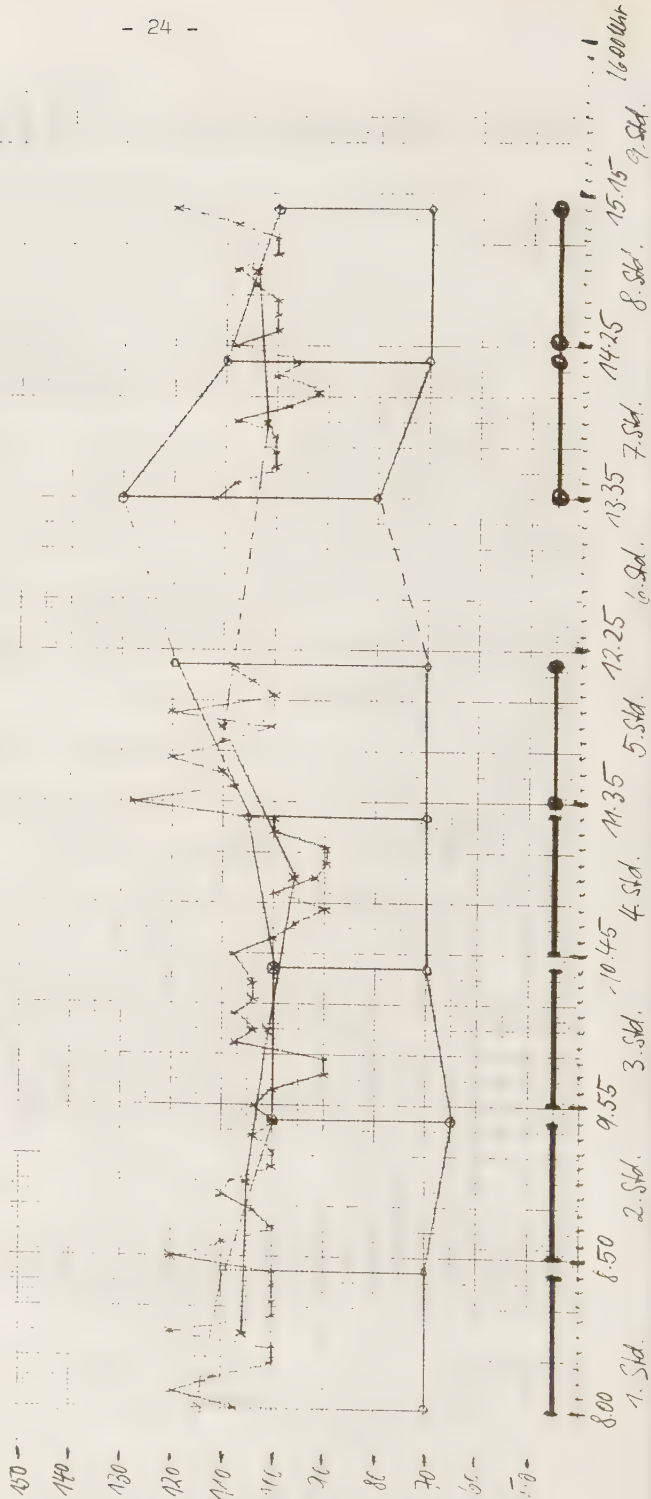


HF
NF

Abb. 8: Beispiel Ga

Tageskurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks
an einem Untersuchungstag, an dem vormittags Haupt-
und Nebenfächer und nachmittags nur Nebenfächer
unterrichtet wurden. (6.11.72, He., Ro. männl.)

PF/RR

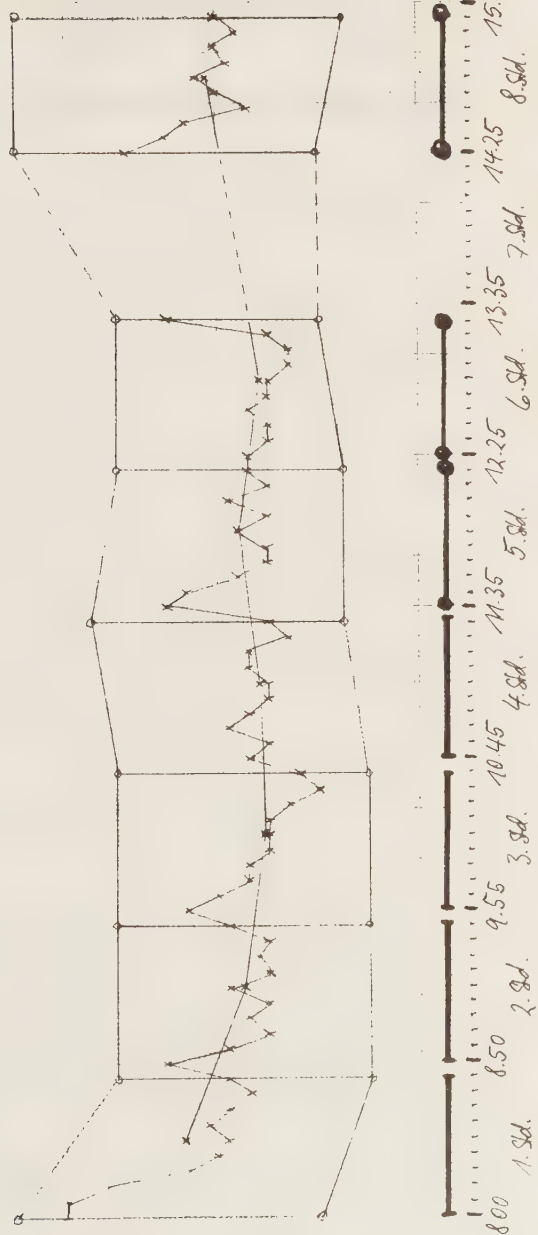


HF
NF

Abb. 9 : Beispiel 6b
Tageskurve der Pulsfrequenz und des Blutdrucks
an einem Untersuchungstag, an dem vormittags Haupt-
und Nebenfächer und nachmittags nur Nebenfächer
unterrichtet wurden. (20.12.72, Le., Ro. weibl.)

PF/RR

150-
140-
130-
120-
110-
100-
90-
80-
70-
60-
50-

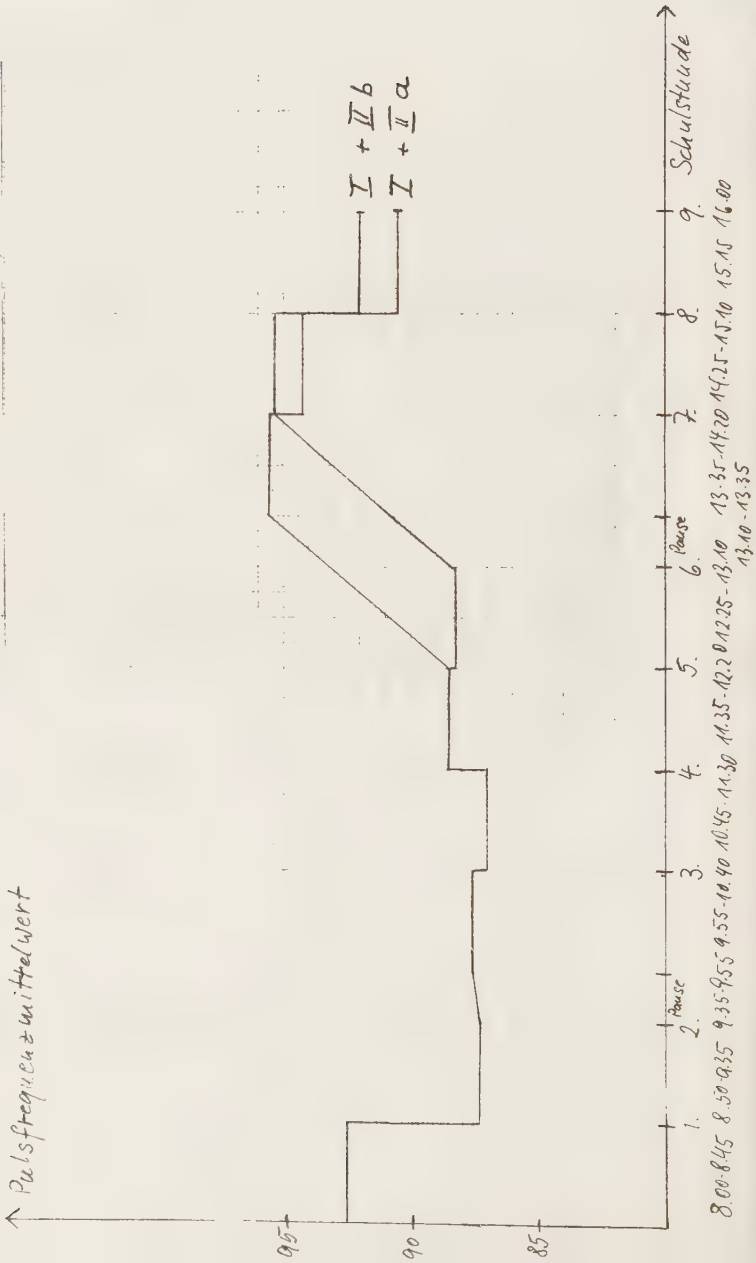


nur wenigen Kurven keine eindeutigen Aussagen über das PF-Verhalten machen lassen.

2.2. Tagesgang der Pulsmittelwerte

Wir stellten zunächst die Mittelwerte der Pulse jeder einzelnen Schulstunde in einer Tabelle zusammen (siehe Tabelle 8 im Anhang); aus den Mittelwerten dieser Werte (siehe Tabelle 9 und 9 a im Anhang) ergibt sich folgende Kurve (Abb. 10 und 10 a, siehe Seite 27 und 28). Danach findet sich in der ersten Schulstunde ein Gesamtmittelwert von 92,55, der einer gewissen Erregung durch Frühstück, Schulweg und Aufregung vor der unbekannten Untersuchung entspricht. Der Gesamtmittelwert der 1. Schulstunde am 1. Untersuchungstag (Abb. 10: durchgezogene Linie) liegt gegenüber dem des 2. Untersuchungstages (Abb. 10: gepunktete Linie) um 4,82 höher. Außerdem weisen 65 % der Probanden am 1. Untersuchungstag einen höheren Stundenmittelwert der 1. Schulstunde auf. Daraus kann die Bedeutung der Erregung vor dem ersten Untersuchungstag abgelesen werden. Im Laufe der Unterrichtsstunden des Vormittags kommt es zu einem PF-Abfall, der in der 2. bis 6. Unterrichtsstunde nahezu gleich ist. Die erste große Pause (von 20 Minuten) nach der 2. Unterrichtsstunde um 9.30 Uhr macht sich dabei nicht wesentlich bemerkbar. Die Pulswerte der großen Mittagspause (bei 46,5 % der Probanden lag sie in der 6. Stunde, bei 53,5 % in der 7. Stunde) wurden nicht registriert, da sich die Schüler meistens außerhalb der Reichweite des Senders befanden; diese Werte gehen daher nicht in die Kurve ein. Über das Verhalten von 38 Schülern in der großen Pause gibt die Tabelle 10 (im Anhang) Auskunft. Danach war die Mehrzahl mehr oder minder körperlich aktiv. Nach der großen Pause kommt es als Antwort auf diese körperliche Aktivität und teilweise

Abb. 10a: Pulsfrequenzesamtwerte (I + II)
bei 80 Untersuchungen.



wohl auch aufgrund des Coffein- und Nikotingenusses zu einem deutlichen Anstieg der PF. Der eindeutige Zusammenhang des PF-Anstiegs mit der großen Pause kann ebenfalls aus den Abb. 10 und 10 a abgelesen werden. Es kommt bei den Schülern, deren große Pause in der 6. Stunde lag, zu einem früheren PF-Anstieg als bei denen, deren große Pause in der 7. Stunde lag, und zwar verlief der Anstieg nahezu parallel um eine Schulstunde verschoben. Erst in der 9. Schulstunde sinkt die PF im Mittel unter den Ausgangswert der 1. Schulstunde. (Der weitere Anstieg der Kurve am 1. Untersuchungstag (Abb. 10: I a) ist wegen der geringen Probandenzahl nicht zu verwerten). 74 % der Untersuchungen waren wegen des Stundenplans nur bis zur 8. Stunde möglich, bei diesen Schülern lag der PF-Mittelwert in der 8. Stunde mit 2,3 noch über dem Mittelwert der 1. Unterrichtsstunde.

2.3. Pulsfrequenzmaxima und -minima

Betrachtet man nun die prozentuale Verteilung des PF-Maximums am Vormittag (Abb. 11, siehe S. 30), so findet sich der höchste Mittelwert der Pulse erwartungsgemäß in 52,5 % der Fälle in der 1. Schulstunde, bei den übrigen Untersuchungen entfallen jeweils 10 % auf die verschiedenen Unterrichtsstunden. (siehe Tabelle 11 im Anhang).

Über einen gemeinsamen Zeitpunkt, an dem das PF-Minimum erreicht wird (Abb. 12, siehe S. 31), läßt sich keine Aussage machen, die prozentuale Verteilung auf die einzelnen Schulstunden ist nahezu gleich (siehe Tabelle 12 im Anhang).

Vergleicht man das Verhalten der Schüler in v e r -
s c h i e d e n e n A l t e r s s t u f e n (13/14



Abb. 11 : Prozentuale Verteilung des PF-Maximums
am Vormittag bei 80 Untersuchungen.

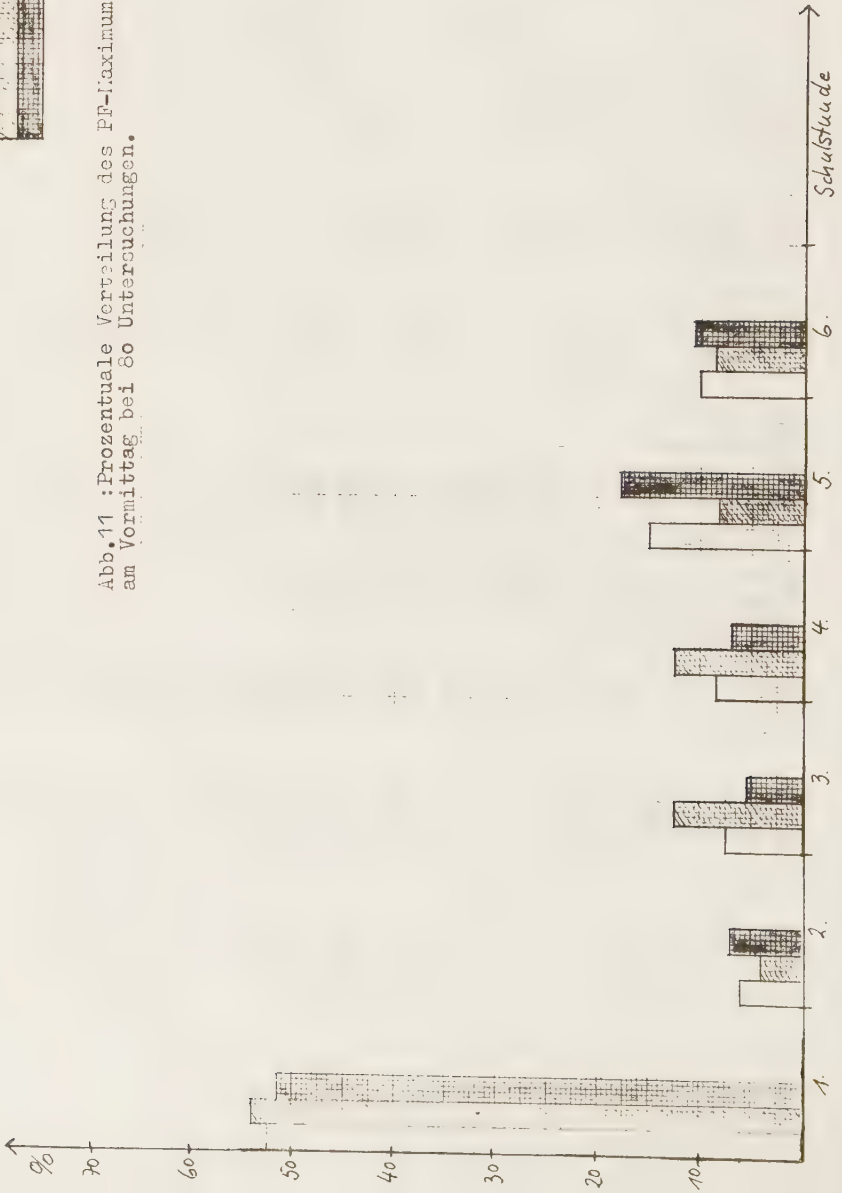
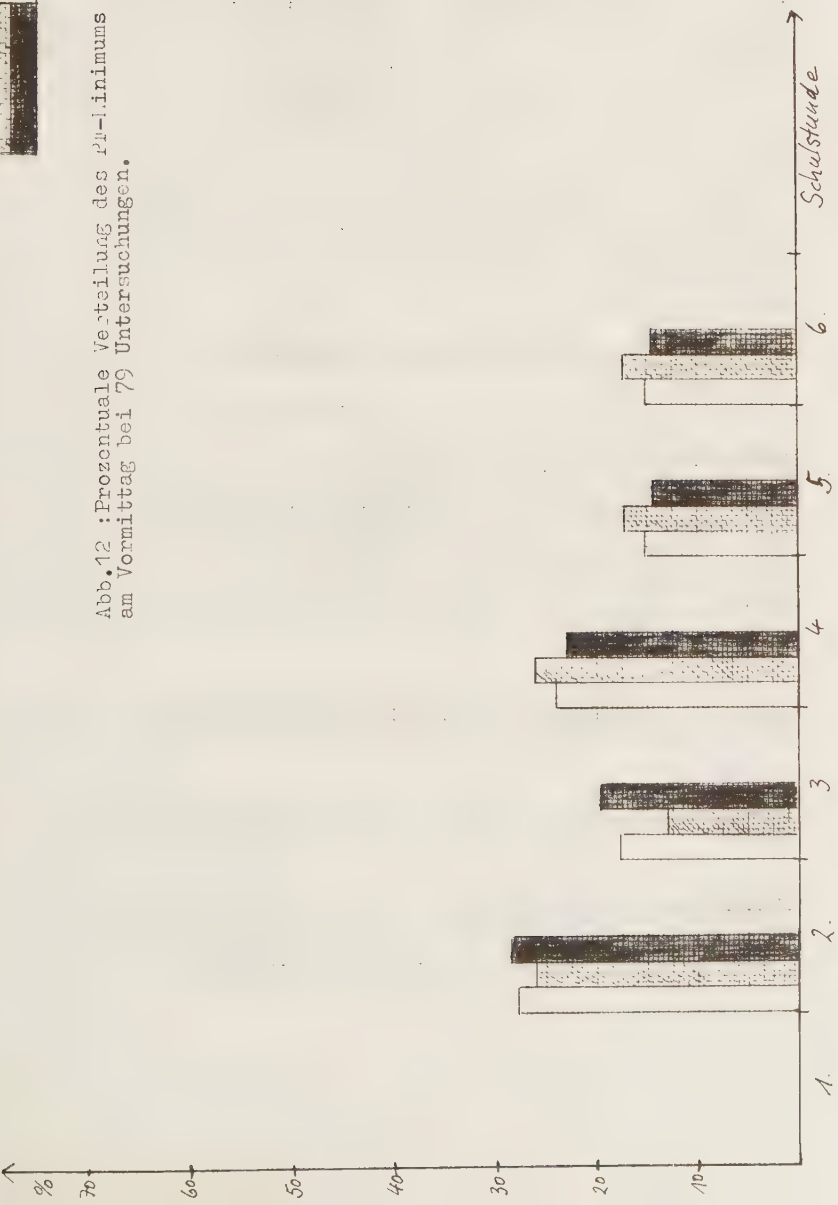




Abb. 12 : Prozentuale Verteilung des Minimums
am Vormittag bei 79 Untersuchungen.



Jahre und 15/16 Jahre), so läßt sich (Konvergenztafel und χ^2 -Test) kein signifikanter Unterschied feststellen ($\chi^2 = 2,4$, Irrtumswahrscheinlichkeit 50 %). Auch ein geschlechtsspezifisches Verhalten läßt sich nicht nachweisen ($\chi^2 = 0,48$, Irrtumswahrscheinlichkeit 75 %). Vergleicht man verschiedene Unterrichtsformen - also die Pulsfrequenzminima an Vormittagen, an denen ausschließlich Hauptfächer unterrichtet werden, mit solchen, an denen Haupt- und Nebenfächer unterrichtet werden - , so läßt sich auch hier ein signifikanter Unterschied nicht nachweisen ($\chi^2 = 7,6$, Irrtumswahrscheinlichkeit 15 %). (siehe Tabelle 13 im Anhang).

2.4. Weitere Aufschlüsselung der Ergebnisse

Zur weiteren Aufschlüsselung der Ergebnisse benutzen wir das folgende Auswertungsschema:

- x_1 = Mittelwert der PF-Werte der 1. Schulstunde
- x_2 = Minimum unter den Vormittagsstunden
- x_3 = Mittelwert der 1. Nachmittagsstunde
- x_4 = Mittelwert der letzten Unterrichtsstunde
- t_2 = Zeit, bis zu der der Minimalwert erreicht wird

$$y_a = \frac{x_1 - x_2}{x_1} \times 100 = \text{rel. Pulsabfall am Vormittag}$$

$$y_b = \frac{x_3 - x_2}{x_2} \times 100 = \text{rel. Pulsanstieg nach der Mittagspause}$$

$$y_c = \frac{x_3 - x_4}{x_3} \times 100 = \text{rel. Pulsabfall am Nachmittag}$$

Danach berechneten wir für jeden Probanden den relativen Pulsabfall am Vormittag (y_a), den relativen Pulsanstieg nach der Mittagspause (y_b) sowie den relativen Pulsabfall am Nachmittag (y_c). Daraus ergab sich die Tabelle 14, siehe Anhang.

2.4.1. Relativer Pulsabfall am Vormittag

Die Tabelle 14 zeigt, daß es in nahezu allen untersuchten Fällen zu einem Abfall der Pulsfrequenz im Laufe des Vormittags kommt (nur bei einem Schüler kann dieser Abfall an einem der beiden Untersuchungstage nicht nachgewiesen werden). Der prozentuale Abfall der PF beträgt 0,7 - 30,3 %. Dabei findet sich in mehr als der Hälfte der Fälle (55,5 %) ein Abfall von 5,1 - 15 % (siehe Tabelle 15 im Anhang und Abb. 13, S. 34). Bei Knaben scheint der Abfall geringer zu sein, hier zeigt sich ein Abfall bis zu 10 % des Ausgangswertes bei 56,5 %, während es bei den Mädchen 39,2 % sind. Prüft man dieses unterschiedliche Verhalten mit dem Quiquadrat-Test, so findet sich ein χ^2 von 1,32, dem entspricht eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 24 %. Ein signifikanter Unterschied läßt sich somit nicht nachweisen. (siehe Tabelle 16 im Anhang).

2.4.2. Relativer Pulsfrequenzanstieg am Nachmittag

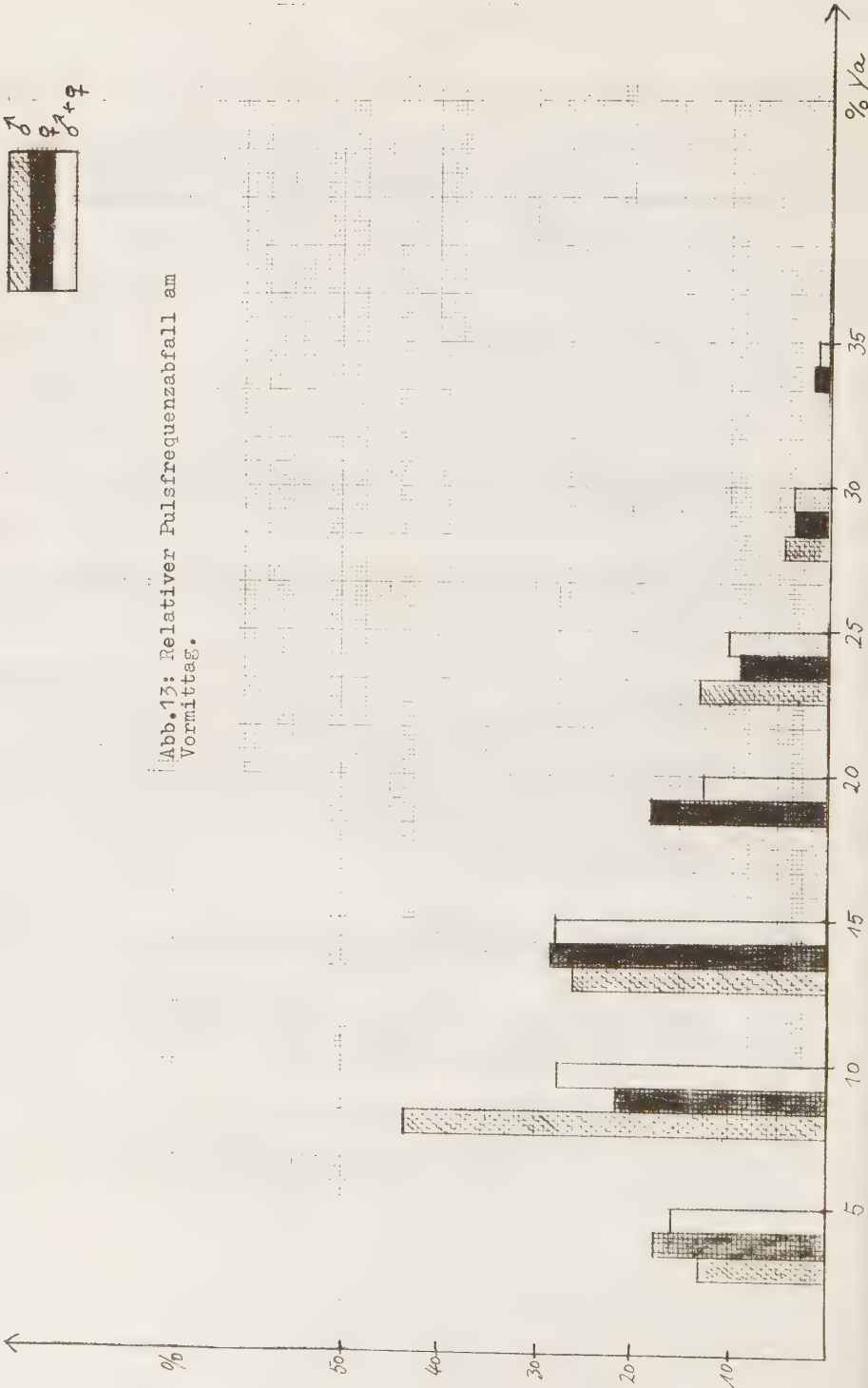
Für den Pulsfrequenzanstieg am Nachmittag nach der Mittagspause bezogen auf den tiefsten Vormittagswert (x_2) kann man folgende Aussagen machen:

Bei einem Probanden kommt es zu keinem PF-Anstieg, bei den übrigen bewegt sich der Anstieg zwischen 1,5 und 56,3 %. 56 % der Schüler weisen einen Anstieg von

♂
♂+♀



Abb. 13: Relativer Pulsfrequenzabfall am Vormittag.



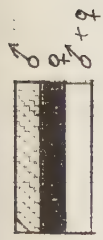
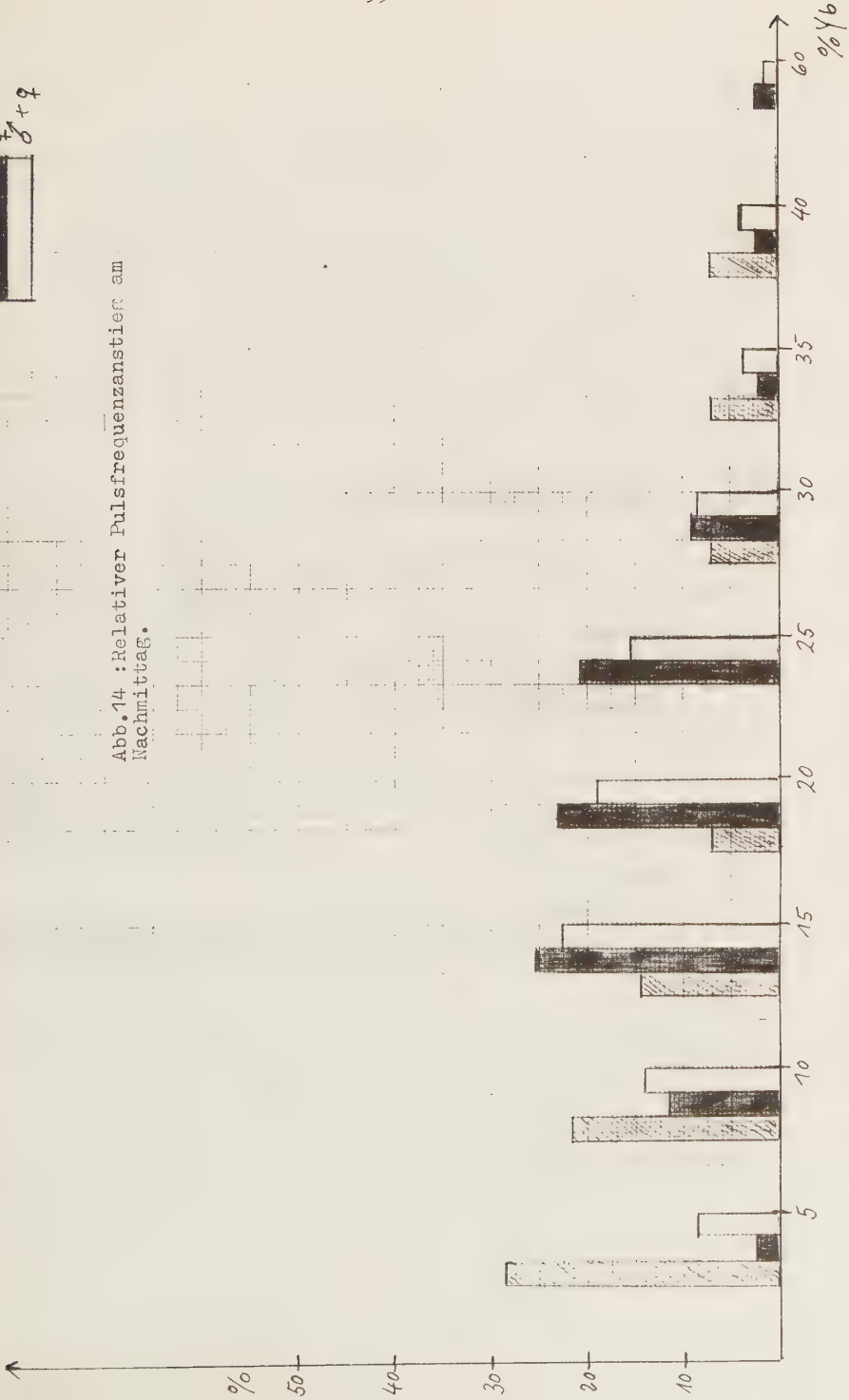


Abb. 14: Relativer Pulsfrequenzanstieg am
Nachmittag.



5 - 20 % auf. Der Wert von $y_b = 56,3$ % liegt völlig außerhalb der übrigen Meßwerte (Tabelle 17 im Anhang). Wie das Histogramm (Abb. 14, S. 35) zeigt, scheint auch hier bei den Knaben ein anderes Verhalten vorzuliegen als bei den Mädchen. Danach ist der Anstieg bei den Knaben prozentual gesehen geringer als bei Mädchen. Mit dem Quiquadrat-Test läßt sich diese Annahme statistisch sichern. ($\chi^2 = 6,81$, das entspricht einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 %). (siehe Tabelle 18 im Anhang).

2.4.3. Pulsfrequenzverhalten am Nachmittag

Betrachtet man die Mittelwerte der 2. Nachmittagsstunde verglichen mit denen der 1. Nachmittagsstunde, so zeigt sich, daß es bei 70,5 % der Probanden zu einem Abfall der PF und bei 26,4 % noch zu einem weiteren Anstieg der Pulsfrequenzmittelwerte kommt, in einem Fall sind die Werte gleich. Prozentual gesehen liegt der Anstieg bei 7 Schülern zwischen 0 - 5 % und bei 2 Schülern zwischen 5 - 10 %. Der prozentuale Abfall am Nachmittag (y_c) liegt bei 0,2 - 13 %. 19 Schüler (79,1 %) weisen einen Abfall von 0 - 5 % und 4 Schüler einen solchen zwischen 5 - 10 % auf; bei einem einzelnen Schüler beträgt der Abfall 13 %.

Vergleicht man die Mittelwerte der letzten Unterrichtsstunde mit denen der 1. Unterrichtsstunde, so findet sich bei 18 Probanden ein niedrigerer Wert und bei 16 Probanden ein höherer Wert. Das bedeutet, daß trotz des Abfalls der PF am Nachmittag, den ca. $\frac{3}{4}$ der Schüler aufweisen, noch etwa die Hälfte der Probanden einen höheren PF-Mittelwert haben als den Ausgangswert der 1. Stunde.

2.4.4. Beziehung zwischen y_a und t_2

Zwischen dem prozentualen PF-Abfall am Vormittag (y_a) und dem Zeitpunkt t_2 (Schulstunde, zu der der tiefste PF-Mittelwert erreicht wird) besteht eine lineare Beziehung, die in der Regressionsgleichung $y_a = 1,48 t_2 + 6,5$ zum Ausdruck kommt. (siehe Abb. 15 und 16, Seite 38 und 39). Korrelationskoeffizient r ($= 0,29$) sowie Regressionskoeffizient b ($= 1,475$) sind signifikant $\neq 0$.

Ein Unterschied zwischen Knaben und Mädchen sowie zwischen Vormittagen, an denen nur Hauptfächer und sowohl Haupt- als auch Nebenfächer unterrichtet wurden, läßt sich nicht feststellen. Die bestehende lineare Beziehung könnte bedeuten, daß, je größer der prozentuale PF-Abfall ist, desto später ist der Zeitpunkt, zu dem er erfolgt. Diese Aussage ist mehr von mathematischem Interesse als von praktischer Bedeutung.

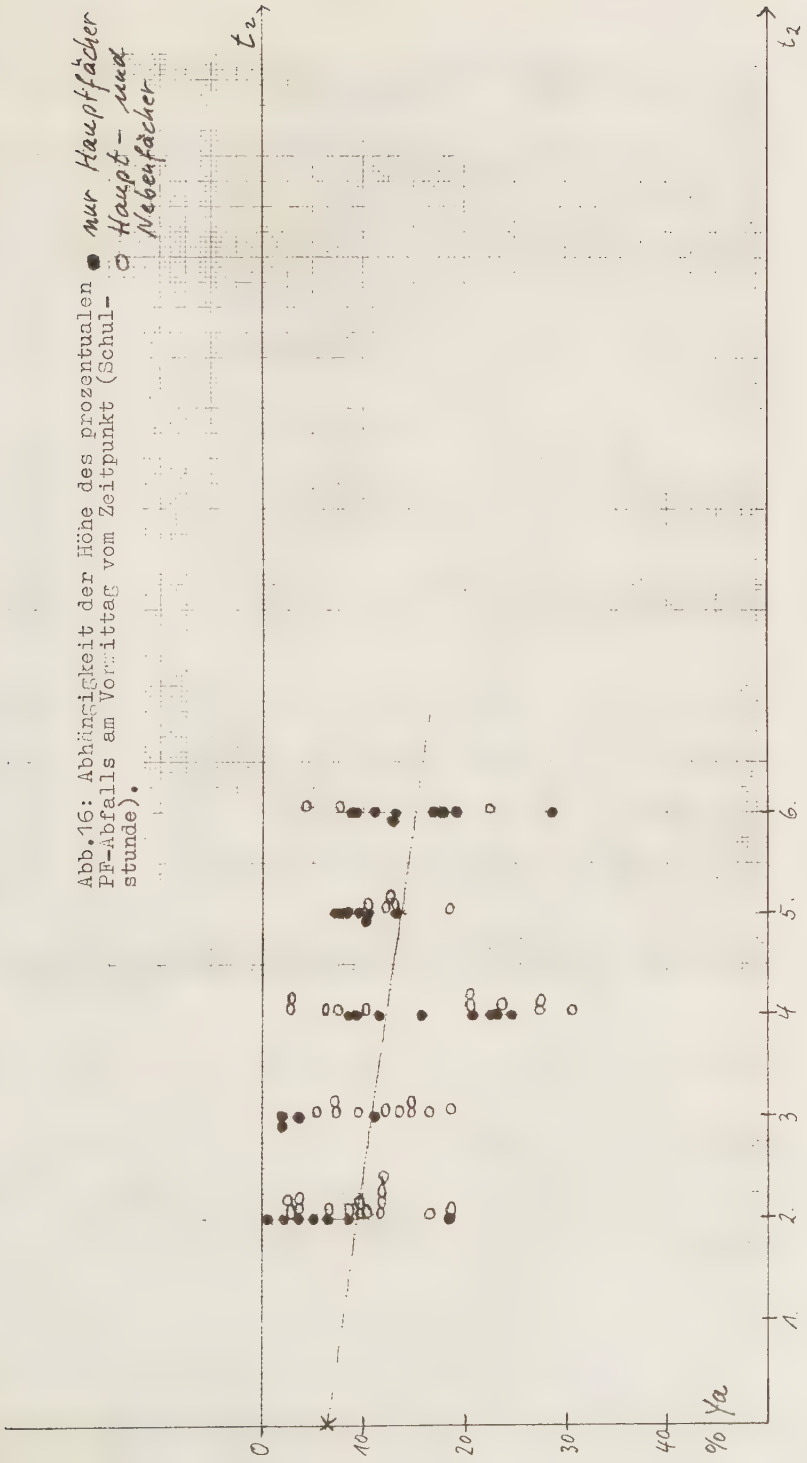
2.4.5. Beziehung zwischen y_a und y_b

Zur Prüfung, ob eine Beziehung zwischen dem prozentualen Abfall am Vormittag (y_a) und dem prozentualen Anstieg am Nachmittag (y_b) besteht, wurde das Punktdiagramm zugrundegelegt (siehe Abb. 17, S. 40). Die Gestalt der Punktwolke läßt vermuten, daß hohe y_a -Werte mit hohen y_b -Werten korreliert sind. Diese Vermutung läßt sich mit Hilfe der Quadrantenkorrelation bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % statistisch absichern. Das bedeutet, daß die Schüler, die am Vormittag einen hohen PF-Abfall erleiden, diesen am Nachmittag durch einen hohen PF-Anstieg wieder ausgleichen. Eine Abhängigkeit zwischen y_a und y_c ließ sich dagegen statistisch nicht absichern. (siehe Abb. 18, S. 41).

Abb. 15: Abhängigkeit der Höhe des prozentualen PT-Abfalls am Vormittag vom Zeitpunkt (Schulstunde).



Abb. 16: Abhängigkeit der Höhe des prozentualen PF-Abfalls am Vormittag vom Zeitpunkt (Schulstunde).
 ● nur Hauptfächer
 ○ Haupt- und Nebenfächer



$n = 56$
 ● = ♂
 ○ = ♀

Abb. 17: Wachstumsrate zwischen dem PF-Anstieg am Vormittag und dem PF-Anstieg am Nachmittag.



● = ♂
○ = ♀

Abb. 18. Abhängigkeit zwischen dem PF-Abfall am Vormittag und dem PF-Abfall am Nachmittag.

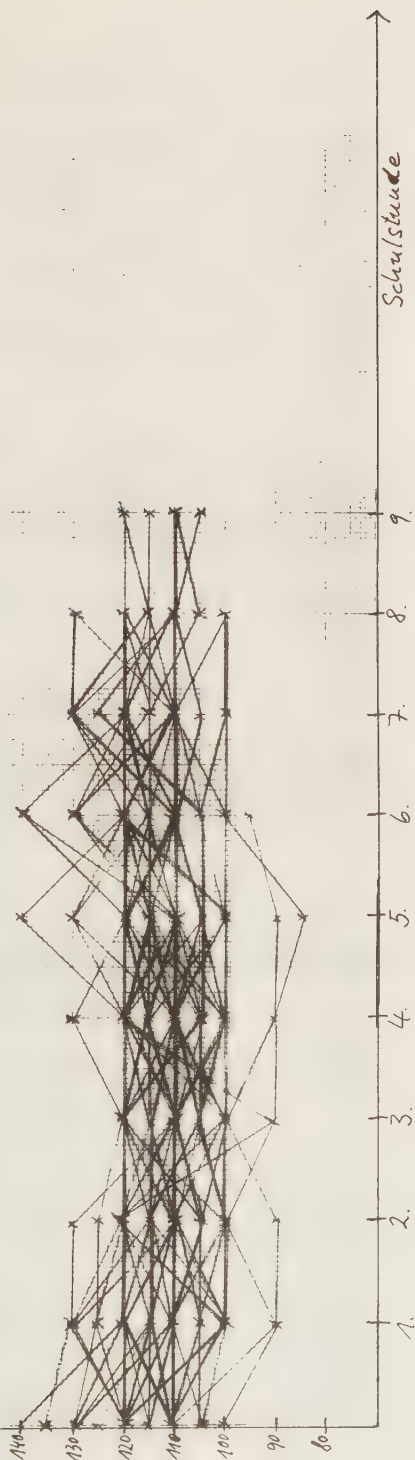


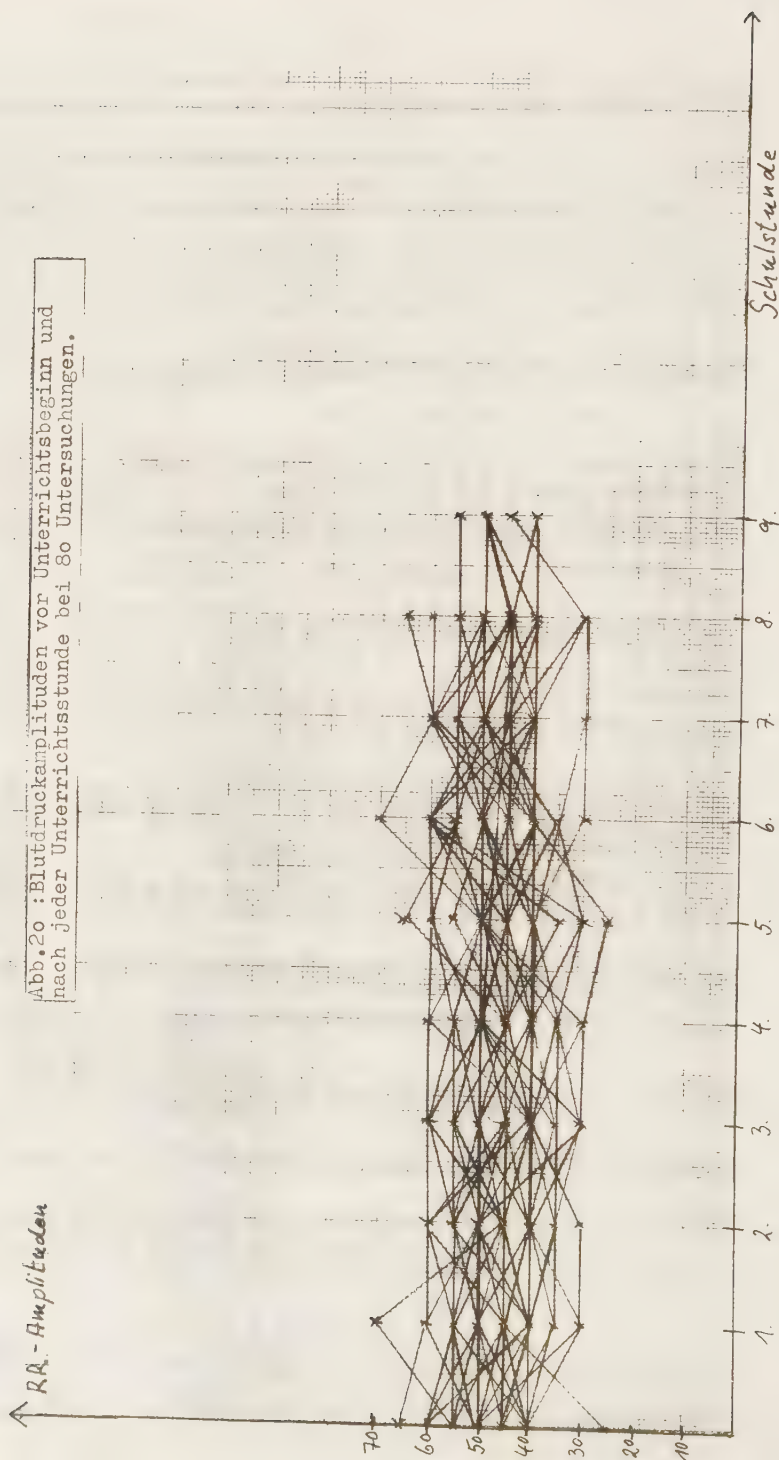
5. RR-Verhalten während des Unterrichts

Bei den Blutdruckmessungen läßt sich weder für den systolischen Wert (siehe Abb. 19, S. 43) noch für die Blutdruckamplitude (siehe Abb. 20, S. 44) ein gemeinsames Verhalten der untersuchten Schüler nachweisen. Es finden sich demzufolge keine Gesetzmäßigkeiten in Bezug auf Blutdruckabfall oder Einengung der Blutdruckamplitude zu einem bestimmten Zeitpunkt. (siehe Tabellen 19 und 20 im Anhang).

↑ RR syst.

Abb. 19: Systolische Blutdruckwerte vor Unterrichtsbeginn und nach jeder Unterrichtsstunde bei 30 Untersuchungen.





4. d_2 -Test

Durch Quadrantenkorrelation lassen sich signifikante Zusammenhänge zwischen A und B (Test in der Reihenfolge vormittags-nachmittags durchgeführt) und zwischen B und A (Test in der Reihenfolge nachmittags-vormittags durchgeführt) nachweisen. Das gilt für die Gruppen I und II und für die beiden Kriterien Gesamttestwert und Fehlerprozent (siehe Abb. 21 bis 24, S. 46 bis 49). Bei der Auswertung des d_2 -Testes (Einzelergebnisse siehe Tabellen 21 und 22 im Anhang) ergeben sich für die Gruppe I folgende Werte: morgens (10 Uhr) ein Gesamttestwert von 12 084 und nachmittags (14.30 Uhr) ein Wert von 15 664. Addiert man die vom Verfasser des Testes angegebenen 25 % (= Übungseffekt), so ergibt sich für die Gruppe I ein Gesamttestwert von 15 105, somit liegt der Nachmittagswert um 595 Punkte höher. Die Leistungssteigerung beträgt demzufolge 28 % (= 3,6 %). In der Gruppe II (1. Test in der 8. Stunde, 2. Test in der 3. Stunde eines anderen Tages) findet sich am Nachmittag ein Gesamttestwert von 10 352 und am Vormittag von 15 541. Addiert man wiederum 25 %, so ergibt sich ein Wert von 12 940, der Vormittagswert liegt also um 2 601 Punkte höher, demnach beträgt die Leistungssteigerung der Gruppe II 50,1 % (= 25 %). Der Unterschied zwischen beiden Gruppen läßt sich statistisch sichern ($X^2 = 5,38$, Irrtumswahrscheinlichkeit 2,5 %, siehe Tabelle 23 im Anhang.)

Ähnliche Ergebnisse lassen sich bei Betrachtung der Fehlerprozent nachweisen. In Gruppe I kommt es zu einer Verbesserung der Leistung um 382,4 und in Gruppe II um 685,5, auch hier scheint die Leistungssteigerung in Gruppe II größer zu sein als in Gruppe I, diese Annahme läßt sich aber statistisch nicht absichern ($X^2 = 0,61$, Irrtumswahrscheinlichkeit 40 %, s. Tab. 23, Anhang).

Abb. 21 : Gesamttestwert des d_2 -Testes der Gruppe I (Quadrantenkorrelation)

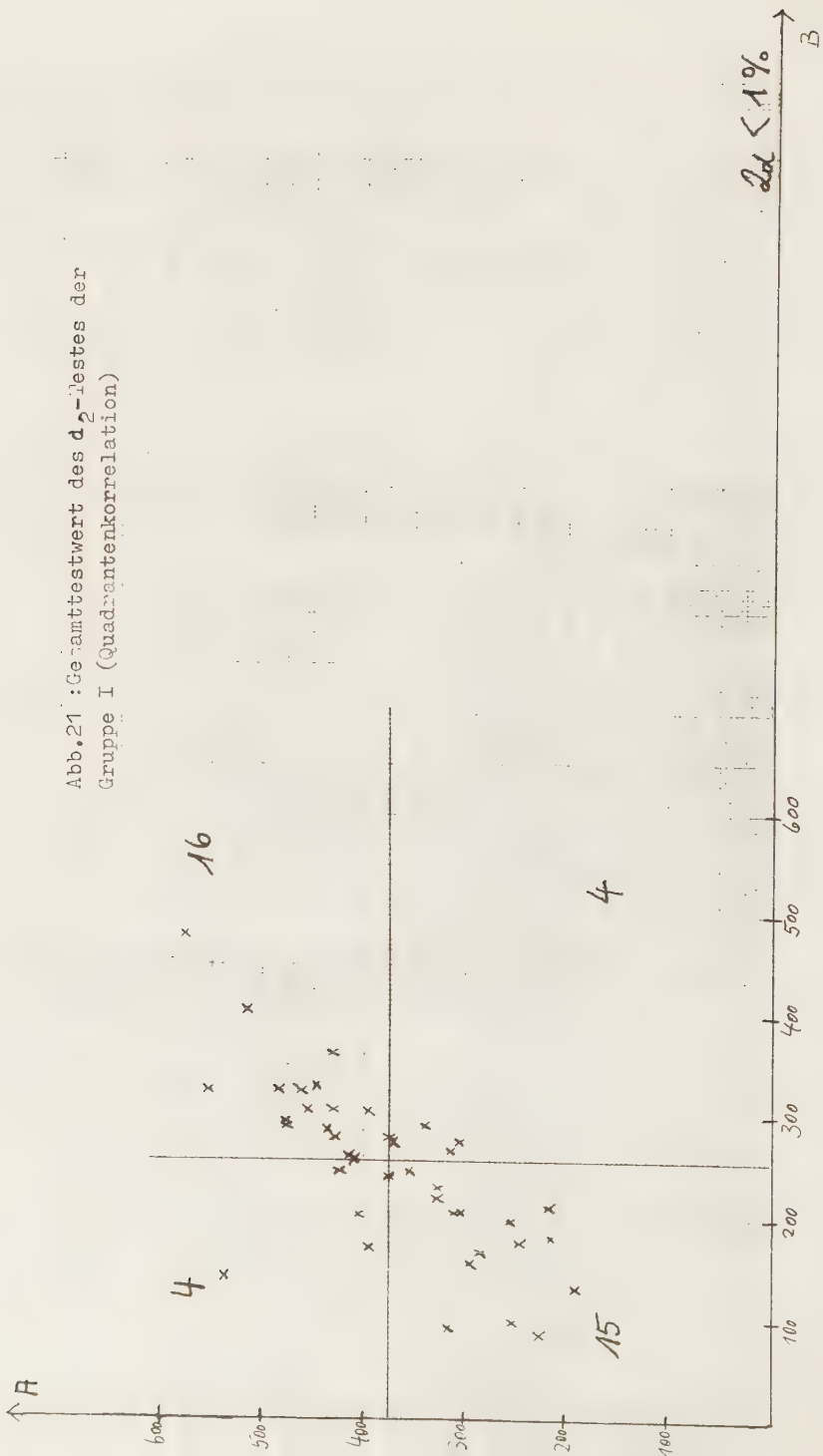


Abb. 22 : Gesamttestwert des d_2 -Testes der
Gruppe II (Quadrantenkorrelation)

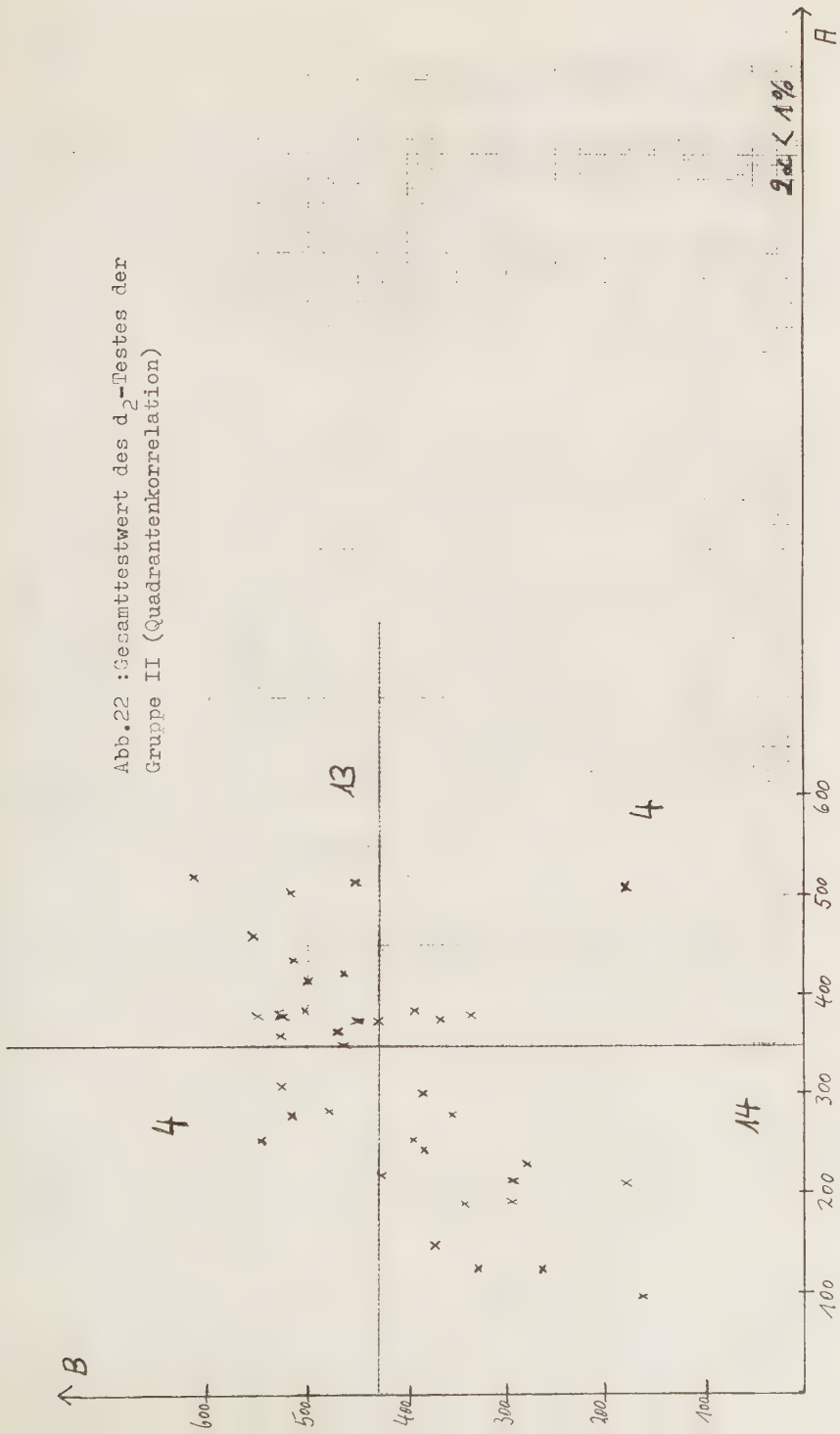


Abb. 23 : Fehlerprozent des d_2 -Testes der
Gruppe I (Quadrantenkorrelation)

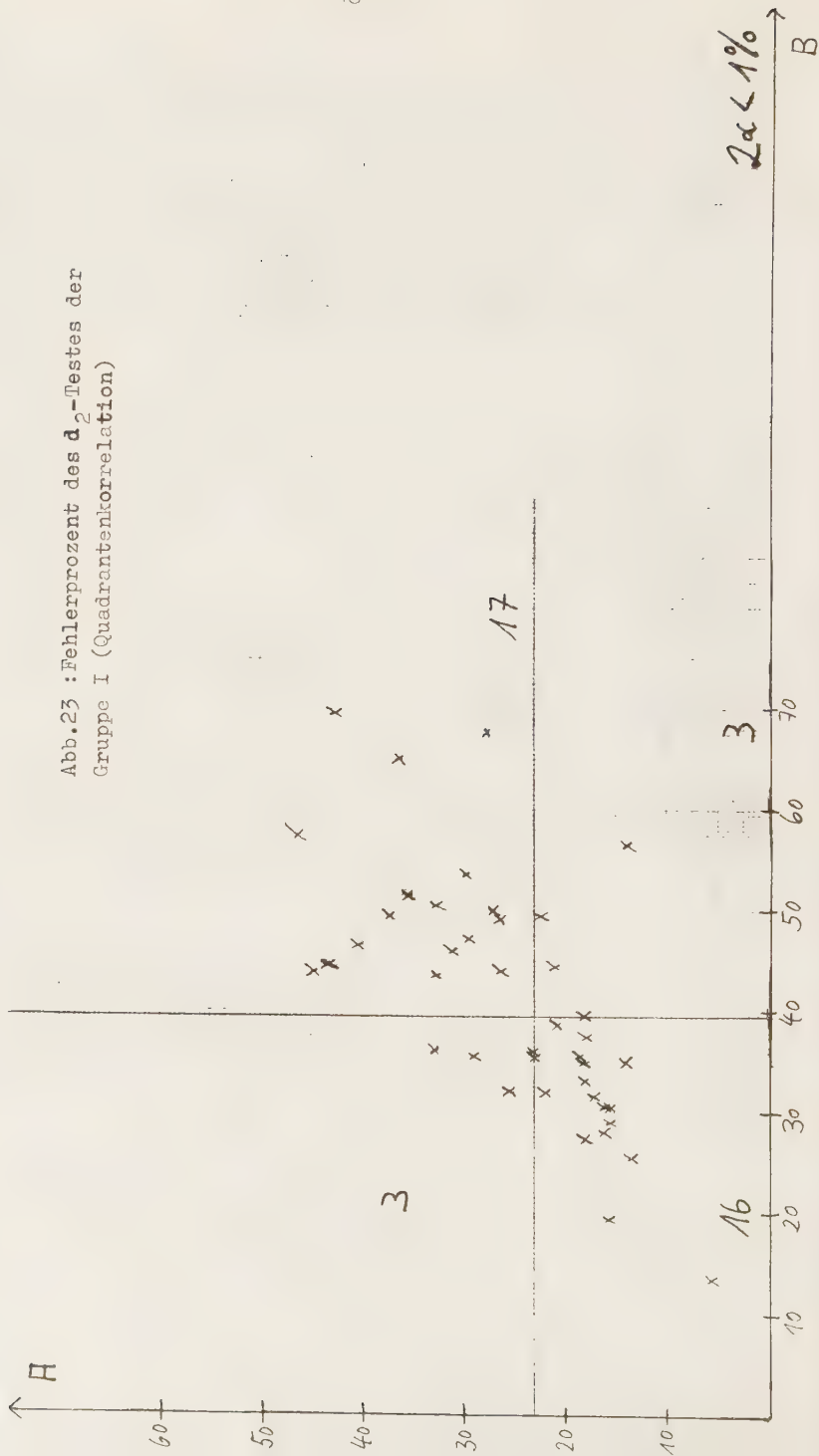
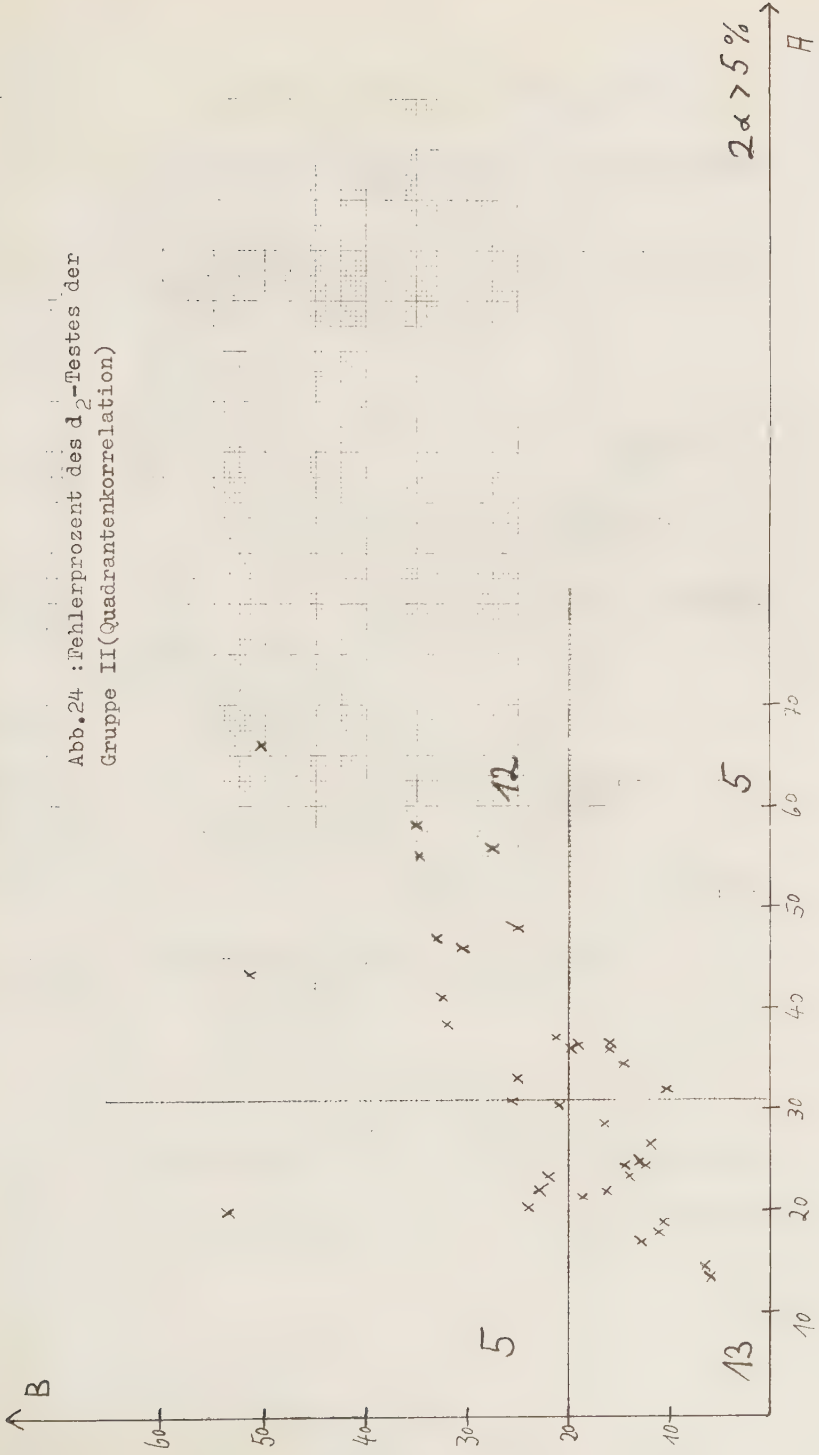


Abb. 24 : Fehlerprozent des d_2 -Testes der
Gruppe II (Quadrantenkorrelation)

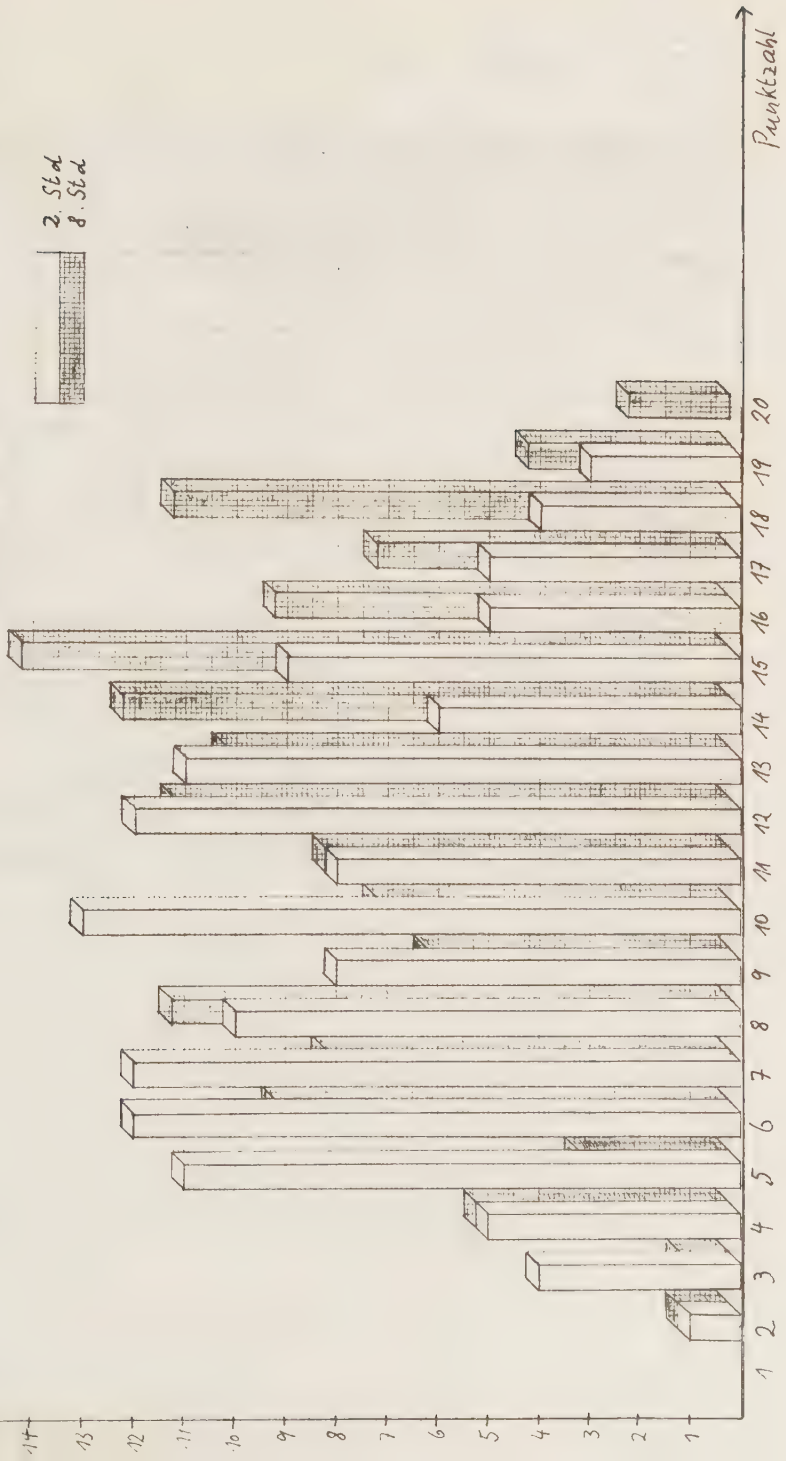


5. Geometriearbeit

Die Gesamtleistung der Geometriearbeit - die Bewertung erfolgte nach einem Punktsystem von 1 - 20 Punkten - lag am Nachmittag mit 1 729 Punkten gegenüber 1 454 Punkten am Vormittag um 275 Punkte (18,8 %) höher. Die Höchstzahl (20 Punkte) wurde am Vormittag in der 2. Schulstunde von keinem Probanden erreicht, am Nachmittag in der 8. Schulstunde dagegen von 2 Probanden (siehe Tabelle 24 im Anhang und Abb. 25, S. 50 a). Etwa die Hälfte der Schüler konnte am Vormittag eine Leistung von 10 - 20 Punkten erbringen, während am Nachmittag doch 13 - 20 Punkte von ca. 50 % der Probanden erreicht wurden. Die besseren Ergebnisse am Nachmittag sind sowohl auf den Übungseffekt als auch auf die Kommunikation untereinander zurückzuführen.

↑ Anzahl der Probanden

Abb. 25 : Ergebnisse einer Geometrienormarbeit der 9. Jahrgangsstufe



Diskussion

Lassen sich nun mit unseren Ergebnissen nachteilige Folgen dieser Unterrichtsbeanspruchung nachweisen?

Betrachtet man zunächst das *Pulsfrequenzverhalten* während eines Schultages, so fallen immer wieder und bei allen Probanden die stark schwankenden Pulsfrequenzwerte auf. Besonders in den ersten 10 Minuten jeder Unterrichtsstunde - als Antwort auf die geänderten Unterrichtsbedingungen (Wechsel des Klassenzimmers, Einstellung auf Lehrerwechsel) - sind gegenüber den Ausgangswerten wie auch den Unterrichtsstundenmittelwerten deutlich höhere Pulswerte zu verzeichnen. Ein ähnliches Ergebnis wurde schon von KLOTZBÜCHER (42) nachgewiesen, der einen PF-Anstieg vor Testbeginn fand, der signifikant höher war als ohne nachfolgenden Test; dieses PF-Verhalten wurde als "Vorstartreaktion" bezeichnet. Auch LÖBER (46) zeigte eine erhöhte Pulsfrequenz vor einer geistigen Arbeit bei Schülern der Mittelstufe, die er "Startzustand" nannte. In den letzten Minuten jeder Unterrichtsstunde war ebenfalls ein deutlicher PF-Anstieg zu verzeichnen, der wohl auf die Erwartung des Stundenendes zurückzuführen ist.

Daneben fielen uns aber auch stark schwankende 5-Minutenwerte auf, die ebenfalls als Ausdruck der allgemeinen Labilität des kindlichen Pulses anzusehen sind. In der Literatur wird schon lange auf die Labilität des kindlichen Pulses hingewiesen. KIRCHHOFF (34) zeigte eine große Schwankungsbreite der PF im Alter von 3 - 5 Jahren und in der Pubertät und Präpubertät auf. Auch HUNGERLAND und ZENS (29) wiesen auf die große intraindividuelle und interindividuelle Schwankungsbreite in den verschiedenen Altersgruppen hin.

Als Ursache wurde meist die stärkere emotionale Beteiligung des Kindes an der Umwelt genannt. Das konnte RUTENFRANZ (66) in einer Untersuchung an 6 - 12jährigen Kindern über den Einfluß des Filmerlebnisses auf das Pulsverhalten nachweisen. Ebenso zeigte FLOTHO (12) bei Jugendlichen, daß ein Kriminalstück im Fernsehen ein erhöhtes Pulsniveau bewirkt, zu einem langsameren Absinken der Pulsfrequenz während der Nachtstunden führt und auch das nächtliche Minimum zu einem späteren Zeitpunkt erreicht wird. Es scheint, wie RUTENFRANZ (66) ausführt, daß die Labilität des kindlichen Pulses wohl keine qualitative Besonderheit dieser Altersstufe darstellt, allerdings unterscheiden sich Situationen und Reizkombinationen, die beim Kind zu PF-Steigerungen führen, von denen, die bei Erwachsenen zu einem Anstieg der PF führen.

BARTENWERFER (2) hat nachweisen können, daß die Pulshöhe auch im Erwachsenenalter von verschiedenen äußeren Faktoren abhängt, er fand eine PF-Steigerung bei psychischer Anspannung und bei plötzlichen Schmerzreizen.

Auch wir konnten einen Beweis für die emotionale Komponente bringen, die das Pulsverhalten beeinflusst. Die Pulswerte der 1. Unterrichtsstunde des 1. Untersuchungstages verglichen mit denen der 1. Unterrichtsstunde des 2. Untersuchungstages lagen um 5,8 % höher.

Bei den Untersuchungen, die HELLBRÜGGE (18) Anfang der 50er Jahre durchführte, wird ebenfalls auf die große Schwankungsbreite der Pulsfrequenz hingewiesen, die aber im späteren Schulalter dennoch eine ausgeprägte Tagesperiodik deutlich werden läßt, dadurch wurden die bekannten Untersuchungen der Rhythmusforschung (JORES (30), MENZEL (49) u. a.) bestätigt.

JORES (30) beschrieb 1935 in einer zusammenfassenden Darstellung für alle physiologischen Bereiche (Puls,

Blutdruck, Atmung, Körpertemperatur, Sauerstoffverbrauch usw.) tagesrhythmische Schwankungen und zeigte für das Pulsverhalten ein Maximum gegen 18 Uhr und ein Minimum gegen 4 Uhr, er stützte sich dabei auf Untersuchungen von VÖLKER (74). KAISER (32) (1949) wies einen kontinuierlichen PF-Anstieg zwischen 12 und 14 Uhr nach und ein Minimum zwischen 2 und 4 Uhr. Die bekannte zweigipflige Kurve wurde erstmals von HELLBRÜGGE und Mitarbeitern (18) (1956) beschrieben. Diese Untersuchungen zeigten im Schulalter einen Maximalwert der Pulsfrequenz zwischen 7 und 10 Uhr und in den Nachmittagsstunden gegen 17 Uhr, daneben fand sich eine Senke um 13 Uhr und zwischen 1 und 3 Uhr nachts. Die Schwankungsbreite zwischen Minimum und Maximum betrug 35 %.

Neuere Untersuchungen können diese Ergebnisse nur teilweise bestätigen. KLEIN (40) (1966) zeigte in seinen Untersuchungen über die Tagesrhythmik und Funktionsdiagnostik der Kreislaufregulationen ein Minimum der Pulswerte unter den verschiedensten Bedingungen zwischen 3 und 6 Uhr und ein Maximum zwischen 12 oder 15 Uhr. Eine zweigipflige Periodik wurde lediglich bei der Erholungszeit des Pulses nachgewiesen. In seinen Untersuchungen über den Tagesgang der körperlichen Leistungsfähigkeit konnte VOIGT (73) (1968) einen deutlichen Tagesrhythmus mit einem Minimum der Werte im Bereich von 2 Uhr nachts und einem Maximum zwischen 16 und 18 Uhr nach einer schwach ausgeprägten Mittagssenke feststellen. FLOTHO (12) (1973) untersuchte die 1-Stundenpulssumme bei Jugendlichen im Tagesgang und zeigte ein nächtliches Minimum zwischen 2 und 3 Uhr und ein Tagesmaximum zwischen 8 und 9 Uhr.

Unsere Ergebnisse scheinen im Widerspruch zu den Ergebnissen der genannten Autoren zu stehen. Wir fanden

eine davon abweichende Kurve, die allerdings nur die Zeit zwischen 8 und 16 Uhr berücksichtigt. Bei unseren Probanden zeigte sich im Laufe des Vormittags - bis zur großen Mittagspause (75 Minuten) um 12.20 oder 13.10 Uhr - ein Abfall der PF bis zu 30 % des Ausgangswertes. Der Zeitpunkt, zu dem das PF-Minimum erreicht wurde, war verschieden. 27,8 % der Probanden erreichten es bereits in der 2. Unterrichtsstunde (8.50 bis 9.35 Uhr), jeweils 18 % in den folgenden Unterrichtsstunden. Ein Abfall der Pulsfrequenz war nur in einem einzigen Fall (von 80 Untersuchungen) nicht zu verzeichnen. Nach der Mittagspause (bei 46,5 % der Probanden um 12.20 Uhr und bei 53,5 % um 13.10 Uhr) kam es bei allen Schülern (bis auf einen) zu einem Anstieg der PF bis zu 50 % des tiefsten Vormittagswertes.

In 70 % der Fälle kam es dann zu einem erneuten Abfall in der 2. Nachmittagsstunde, aber noch bei 50 % liegt der PF-Mittelwert der letzten Unterrichtsstunde über dem Ausgangswert der 1. Stunde.

Im Gegensatz zur Kurve der Pulsfrequenz von HELLBRÜGGE (18) fand sich bei unseren Untersuchungen demnach weder ein langsamer PF-Anstieg am Vormittag noch ein Abfall am Nachmittag um 14 Uhr (vgl. Abb. 26 und 27, S. 55 und 56 und Tabelle 25 im Anhang). Der Grund für die so gänzlich abweichenden Ergebnisse dürfte in den unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen zu suchen sein. HELLBRÜGGE führte seine Untersuchungen in 2-stündigem Abstand unter Ruhebedingungen durch, während KAISER (32) die Bedingungen von JORES (30) erfüllte: keine Nahrungsaufnahme, keine Bewegung, kein Schlaf. Wir untersuchten unsere Probanden dagegen während eines normalen Tagesablaufes in einer Ganztagschule mit 3/4stündigen Unterrichtsstunden und Pausen von 5 - 20 Minuten ohne auferlegte Beschränkungen.

Abb. 26: Prozentuale Abweichung der Pulsfrequenz im Tagesgang nach HELBRÜGGE u.a. (1956)-obere Kurve-verglichen mit dem Tagesgang des Pulsfrequenz-Gesamtwertes bei 80 Untersuchungen in einer Ganztagschule (s. Abb. 10a)-untere Kurve.

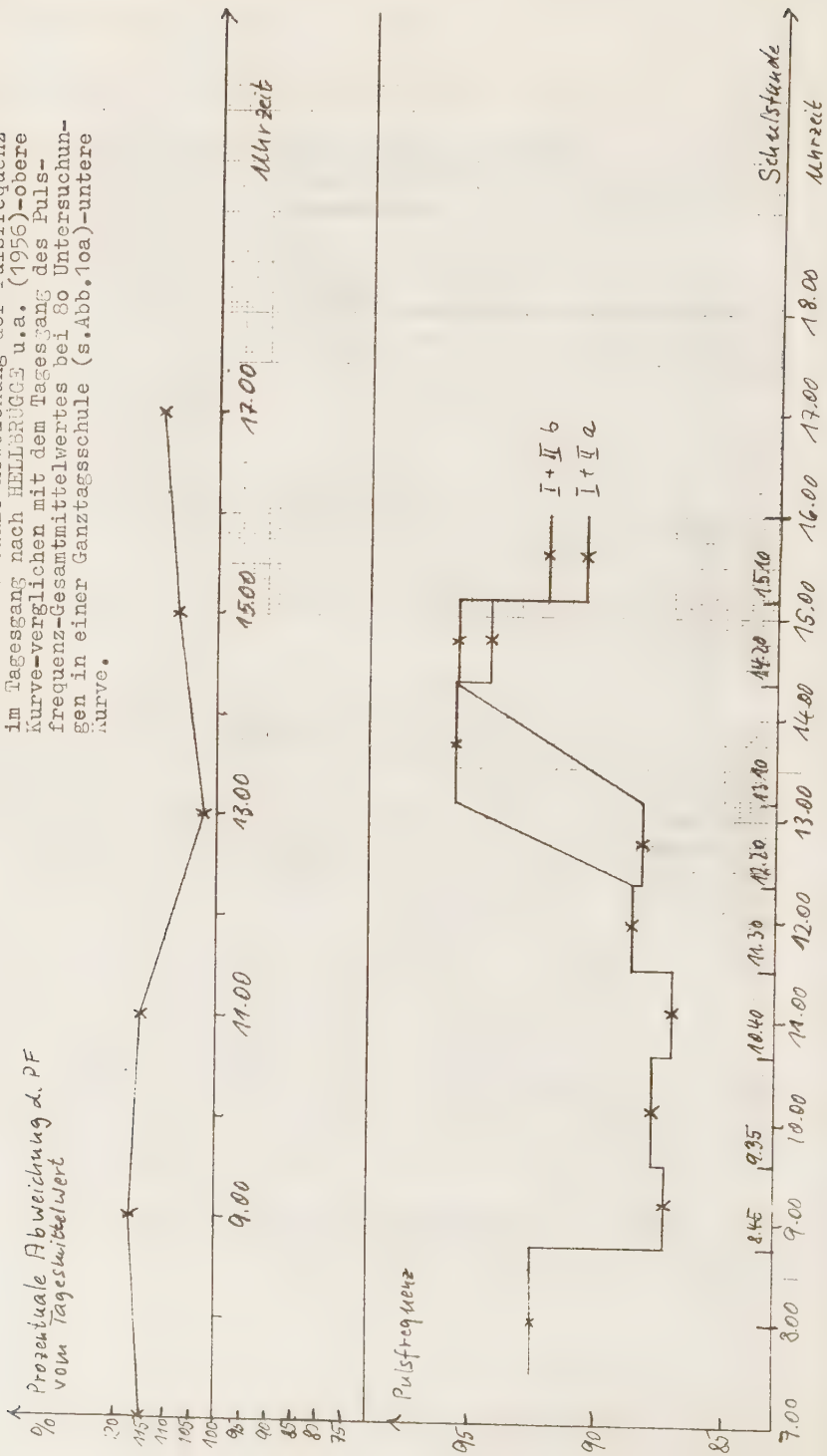
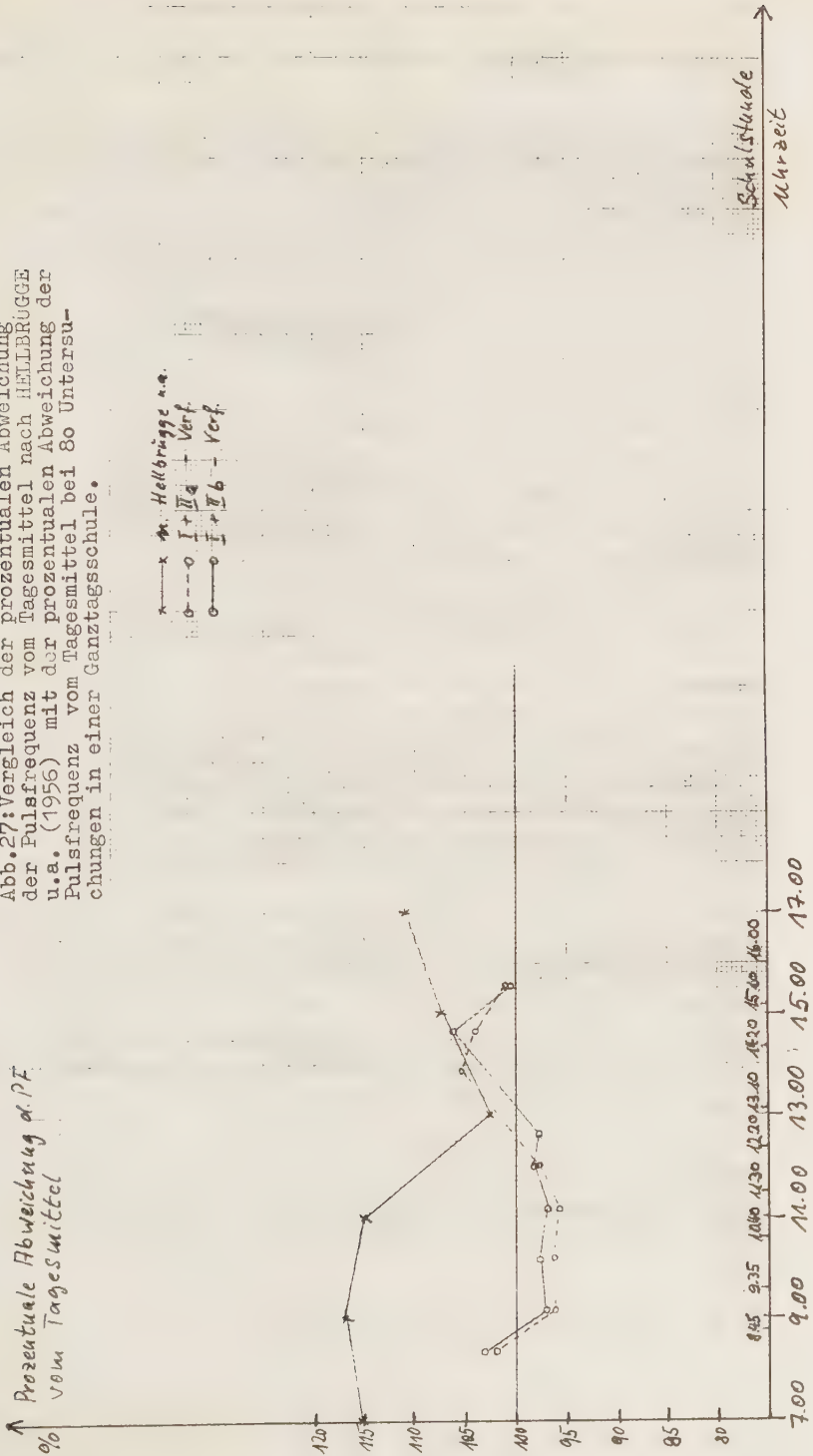


Abb. 27: Vergleich der prozentualen Abweichung der Pulsfrequenz vom Tagesmittel nach HELLBRÜGGE u.a. (1956) mit der prozentualen Abweichung der Pulsfrequenz vom Tagesmittel bei 80 Untersuchungen in einer Ganztagschule.



Wir müssen annehmen, daß der Biorhythmus durch die Reaktion des Pulses auf Unterrichtsbedingungen und Schulanforderungen überlagert wird.

Bei chirurgisch Erkrankten zeigte KAISER (32) das Fehlen der 24-Stunden-Rhythmik. FLOTHO (12) erklärte das PF-Maximum am Vormittag gegen 9 Uhr mit einer vegetativ-optischen Reaktion und Aktivierung nach dem Erwachen, die durch eine gedämpfte periodische Reaktion im Laufe des Tages ausgeglichen wird.

Auch OCKEL (53) fand in ihren Untersuchungen an Schülern, daß der Rhythmus der Kreislauffunktionen nicht unveränderlich ist, sondern von der jeweiligen körperlichen und geistigen Tätigkeit des Schülers abhängt. Die Autorin hatte das PF-Verhalten während eines Unterrichtstages untersucht (1964) und dabei festgestellt, daß die PF vor dem Schulunterricht höhere Werte zeigt als während des Unterrichts, daß die PF im Laufe des Vormittags absinkt und nach der Mittagspause deutlich ansteigt; daneben zeigte sie, daß das Absinken der PF nicht allein durch die sitzende Tätigkeit hervorgerufen werden kann, denn an einem Ferientag mit ebenfalls sitzender Beschäftigung fand sich kein PF-Abfall. So wird der PF-Abfall als Folge der geistigen Tätigkeit angesehen. Obwohl hier nur einmalige Messungen vor und nach jeder Unterrichtsstunde vorgenommen wurden, ist unsere Kurve der Gesamtmittelwerte mit jener fast identisch. Darüberhinaus konnten wir aber noch nachweisen und statistisch sichern, daß ein hoher PF-Abfall am Vormittag mit einem hohen PF-Anstieg am Nachmittag korreliert ist.

In einer weiteren Arbeit konnte OCKEL (54) (1969) zeigen, daß Schwierigkeit und Dauer der Unterrichtsanforderungen zu einer Senkung der PF führen. Leistung, Motivation und Disposition des Schülers spielen eben-

falls eine Rolle. Es wurde ein Abfall der PF bei Unterstufen- und Mittelschülern schon nach ein- oder 2-stündigem Unterricht, bei Schülern der 9. Klasse dagegen erst nach 4 Unterrichtsstunden beschrieben; ferner fand sich eine Verminderung der PF bei Hauptfächern. Wir konnten bei unseren Untersuchungen weder eine Altersabhängigkeit noch eine Fachabhängigkeit der beschriebenen Kreislaufveränderungen feststellen.

Über die Aussagekraft von Pulsfrequenzveränderungen gibt es bei verschiedenen Autoren unterschiedliche Auffassungen. Die vorliegenden Ergebnisse sind zahlreich, es wurden PF-Messungen unter den verschiedensten Bedingungen durchgeführt. KIRCHHOFF (35) untersuchte die PF bei Kindern unter dosierter Belastung. Er fand einen PF-Anstieg bis 180 und noch 12 - 15 Minuten nach Beendigung der Belastung eine PF von 10 - 20 % über den Ausgangswert.

RUTENFRANZ (64) fand bei definierten Belastungen bei Kindern höhere P-Beschleunigungen als bei Erwachsenen, bei Knaben geringere als bei Mädchen. Auch durch psychische Anspannung erfolgten z. T. erhebliche PF-Anstiege, so z. B. bei analytisch orientierten Gesprächen (8), bei Fallschirmspringern (57), bei operativ tätigen Gynäkologen (76) u. a.

Ferner wurde auch von RUTENFRANZ (65) an anderer Stelle auf einen PF-Anstieg bei länger durchgeführter geistiger Arbeit besonders in den ersten Arbeitsminuten sowie eine Steigerung der PF bei Hetzarbeit und zunehmender psychischer Anspannung hingewiesen.

KLOTZBÜCHER (42) zeigte, daß die PF nach geistiger Arbeit individuell unterschiedlich hoch ist und daß die Größe der individuellen vegetativen Beanspruchung

nicht aus der Pulshöhe oder Pulsstreuung ermittelt werden kann. OCKEL (54) wies bei geistiger Arbeit nach anfänglicher Steigerung eine Abnahme der PF nach, sie wird als Zeichen der geistigen Ermüdung gedeutet. Auch von HELLBÜRG (18) wird das Absinken der PF für ein Zeichen der Ermüdung gehalten, analog dem Absinken der physiologischen Leistungskurve (GRAF (14)). Auf die Schwierigkeit der Interpretation von PF-Veränderungen und deren Rückführung auf bestimmte Vorgänge wies auch TIEFENBACH (70) hin.

Die oben einzeln genannten Gründe, die die Interpretation auch unserer Ergebnisse erschweren, seien im folgenden noch einmal zusammengefaßt. Die kaum erfaßbare Labilität des kindlichen Pulses und der Einfluß des Biorhythmus dürfen nicht außer acht gelassen werden, eine Aussage über die Größe des Einflusses dieser Parameter ist nicht möglich. Daneben muß noch einmal darauf hingewiesen werden, daß es sich bei den Schulkindern und der Belastung durch die Schule um unterschiedliche Belastungsformen handelt, zum einen um eine körperliche Belastung - Klassenwechsel nach jeder Unterrichtsstunde, 5 - 20 Minuten lange Pause, statische Sitzarbeit - und zum anderen um eine geistige Beanspruchung, die beide unterschiedliche Reaktionen des Kreislaufs hervorrufen. Besonders der ständige Wechsel dieser Belastungsformen läßt eine Zuordnung von Einzelergebnissen nicht zu.

Aus diesen Gründen könnten wir unsere PF-Kurve wie folgt interpretieren: Die hohen PF-Werte zu Beginn der Untersuchung und der Mittelwert der 1. Unterrichtsstunde, der über dem der übrigen Unterrichtsstunden liegt, sind als Folge der vegetativ-optischen Reaktion nach dem Erwachen und der Aktivie-

rung durch morgendliche Hygiene und Nahrungsaufnahme (FLOTHO (12)) anzusehen. Hinzu kommen der Schulweg, die innere Einstellung auf einen Unterrichtstag und die Aufregung vor der Untersuchung. Der Einfluß von Untersucher und Laboratoriumsmilieu ist durch die telemetrische Registrierung weitestgehend ausgeschaltet. (HÜLLEMANN (28)). Man darf auch annehmen, daß das Tragen der Elektroden und des Senders zu keiner Beeinträchtigung der Ergebnisse führen (CHRISTIAN (8)). Der Abfall der PF am Vormittag auf Normalwerte scheint zum einen ursächlich mit einem Nachlassen des anfänglichen Erregungszustandes in Zusammenhang zu stehen, ist aber durchaus, wie OCKEL (54) ausführt, als Zeichen der geistigen Ermüdung anzusehen. Daneben sind es aber noch die Monotonie, die geistige Arbeit selbst und die Motivation des Schülers, die die PF beeinflussen. Daß der Abfall der PF nicht durch die Statik verursacht sein kann, hat ebenfalls OCKEL (54) nachgewiesen, ebenso kommt auch der Hunger nicht in Betracht (JUNGMAHN (31)). Der PF-Anstieg nach der Mittagspause, der in allen Fällen erfolgte, ist wohl als Folge der körperlichen Betätigung z. T. verbunden mit Coffein- und Nikotin-Genuß anzusehen. Der PF-Abfall wird aufgefangen, Schüler, die am Vormittag einen hohen PF-Abfall erlitten hatten, haben diesen jetzt mit einem starken PF-Anstieg ausgeglichen.

Die Frage, ob die Schüler durch den Ganztagsunterricht überfordert werden, kann mit Hilfe der PF-Messung nicht beantwortet werden. Sie beinhaltet die Frage, ob es am Nachmittag eines Unterrichtstages zu Ermüdungserscheinungen kommt. Das konnte durch diese Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Wir können vielmehr eine Ermüdung im Verlaufe des Vormittags feststellen, wenn wir mit den genannten Einschränkungen

gen den PF-Abfall als Ermüdungszeichen deuten wollen. Diese Ermüdung würde dann durch die große Mittagspause wieder ausgeglichen.

Um die Beanspruchung des Einzelnen zu erfahren, müßten - wir folgen den Empfehlungen von H. RÖMER (58) - Modellversuche im natürlichen Milieu erfolgen, etwa im Sinne der Arbeitsplatzstudien von H. ROMERT (59) und TH. PETERS (55). Auch G. SCHÄCKE u. a. (67) haben auf die Wichtigkeit von tätigkeitssynchroner Überwachung von Herzschlagfrequenz und EKG hingewiesen und die Rolle der Tätigkeitsprotokolle im Hinblick auf herausragende kardio-vaskuläre Reaktionen hervorgehoben. Diese Überlegungen bleiben weiteren Untersuchungen vorbehalten, schienen im Hinblick auf die Fragestellung auch nicht vorrangig zu sein.

Die neben der PF-Messung durchgeführten Blutdruckmessungen am Ende jeder Untersuchungsstunde wiesen kein gemeinsames Verhalten des systolischen Blutdrucks und der Blutdruckamplitude auf. Allerdings zeigte P. OBERHOFF (52) ebenso wie bei der PF tagesrhythmische Schwankungen im Verhalten des Blutdrucks mit einer Mittagssenke (Absinken des systolischen Blutdrucks, Einengung der Blutdruckamplitude) um 14 Uhr. OCKEL (53) beschrieb neben einer PF-Senkung im Laufe des Vormittags auch eine Senkung des systolischen Blutdrucks. Die damit verbundene Einengung der Blutdruckamplitude trat an einem Ferientag nicht auf. Sie wurde als Zeichen der Ermüdung angesehen. Die Autorin wies gleichzeitig darauf hin, daß der Verlauf der Blutdruckkurven nicht dem rhythmischen Verlauf unter Ruhebedingungen entsprechen kann. BACHMANN (1) empfiehlt wegen der Problematik der indirekten RR-Messung, die zu methodischen Fehlern besonders der indirekten Bestimmung des diasto-

lischen Blutdruckes führen könne, die direkte RR-Telemetrie als Mittel der Wahl. Diese Methode dürfte allerdings zunächst klinischen bzw. freiwilligen Anwendungsbereichen vorbehalten sein und kommt für eine Untersuchung in einer öffentlichen Schule nicht in Betracht.

Hingewiesen sei noch auf folgenden Sachverhalt, daß nämlich 30 % der Schüler Symptome wie Kopfschmerzen, indifferente Bauchschmerzen u. ä. zeigten, dies könnte auf vegetative Störungen zurückzuführen sein. Auch dieser Befund sollte in einer gezielten Untersuchung näher untersucht werden.

Da wir neben der telemetrischen PF-Registrierung und der RR-Messung noch weitere Parameter zur Prüfung der Belastung von Schülern in Ganztagschulen benötigten, haben wir den d_2 -Test (7) durchgeführt. RUTENFRANZ und HELLBRÜGGE (63) hatten 1957 die Rechengeschwindigkeit von Kindern während eines Tages in 2-stündigem Abstand ohne Pausen untersucht. Dabei fanden sie eine Zunahme der Rechengeschwindigkeit im Laufe des Vormittags - als Einübungseffekt angesehen - mit deutlicher Verlangsamung in den Mittagsstunden und einem erneuten Gipfel zwischen 16 - 18 Uhr.

Demgegenüber kamen wir mit dem d_2 -Test zu folgenden Ergebnissen: in beiden Gruppen findet sich keine negative Veränderung der Konzentration, weder in Gruppe I (1. Test am Vormittag, 2. Test am Nachmittag) noch bei Gruppe II (1. Test am Nachmittag, 2. Test am Vormittag). Wir konnten also mit diesem Test ein Nachlassen der Konzentration am Nachmittag nicht nachweisen. Die Leistungssteigerung abzüglich des Übungseffektes in Gruppe II ist allerdings erheblich größer als in Gruppe I. Das gilt ebenso für die aufgetretenen Fehler in beiden

Gruppen. Man muß demnach annehmen, daß die große Pause für eine Erholung ausreichend ist und daß es zu keinem Konzentrationsabfall bis zum Nachmittag kommt, daß aber die Konzentration auf ein bekanntes Thema am Vormittag größer ist. Man muß demzufolge vorschlagen, an den Nachmittagen keine Klassenarbeiten schreiben zu lassen, dagegen aber sehr wohl die Zeit zum Einüben neuen Lehrstoffs zu verwenden, der dann am Vormittag des nächsten Tages wiederholt werden könnte. Wie bei RUTENFRANZ und HELLBROGGE konnte eine bestimmte Verteilung der Fehlerhäufigkeit zu bestimmten Tageszeiten nicht nachgewiesen werden.

Die ferner durchgeführte Geometriearbeit erbrachte am Nachmittag bessere Ergebnisse, die wir jedoch nicht heranziehen können, da neben dem prozentual nicht bekannten Übungseffekt eine Kommunikation der Schüler untereinander möglich war.

Insgesamt läßt sich eine Überbeanspruchung der Schüler weder mit der Methode der telemetrischen PF-Registrierung, der RR-Messung, noch mit Hilfe des d_2 -Testes nachweisen. Subjektiv fühlte sich die Mehrzahl der untersuchten Kinder nicht überfordert, allerdings boten 30 % der Schüler eine vegetative Symptomatik. Dieser letzte Punkt soll als Hinweis gelten, daß medizinische Bedenken gegen eine Ganztagsschule durch unsere Untersuchungen nicht ausgeräumt werden können. Auch die eingangs erwähnten soziologischen Bedenken bedürfen noch einer weiteren Klärung.

E Zusammenfassung

Zur Klärung der Frage, ob Schüler durch den Ganztags schulbetrieb überfordert sind und welchen Belastungen sie ausgesetzt sind, wurden in der Zeit vom 3. 10. 72 bis 2. 3. 73 in der Carl-Zeiss-Gesamtober- schule in Berlin-Lichtenrade - einer Ganztags- schule - 40 Schüler (28 Mädchen und 12 Knaben) im Alter von 13,4 bis 16,8 Jahren untersucht. Dazu wurden eine telemetrische Pulsfrequenzregistrierung während des Unterrichts an jeweils 2 Tagen, eine Blutdruckmessung nach jeder Unterrichtsstunde, ein d_2 -Test (Aufmerk- samkeits-Belastungstest) und eine Geometriearbeit durchgeführt.

Folgende Ergebnisse konnten ermittelt werden:

1. Bei allen Probanden treten stark schwankende Ein- zelwerte der Pulsfrequenz sowie hohe Stundenausgangs- werte und hohe Stundenendwerte auf.
2. Der Tagesgang der Mittelwerte weist einen Abfall der Pulsfrequenz im Laufe des Vormittags auf, läßt aber einen Anstieg nach der Mittagspause deutlich werden.
3. Pulsfrequenzmaxima finden sich zu 52,5 % der Fälle in der 1. Unterrichtsstunde, zu jeweils 10 % in den übrigen Stunden. Für die Pulsfrequenzminima zeigt sich kein gemeinsames Verhalten; in Bezug auf Alter, Ge- schlecht und Unterrichtsfach ist kein signifikanter Unterschied festzustellen.
4. Bei fast allen Schülern ist ein relativer Pulsab- fall im Verlauf des Vormittags von 0,7 - 30,3 % nach- weisbar.
5. Bei nahezu allen Schülern ist auch ein relativer Pulsanstieg am Nachmittag von 1,5 - 56,3 % nachweisbar.

6. Bei 70,5 % der Probanden fällt die Pulsfrequenz am Nachmittag ab. 50 % haben dennoch einen höheren Pulsfrequenzmittelwert als den Ausgangswert der 1. Stunde.
7. Zwischen dem prozentualen Pulsfrequenzabfall am Vormittag und dem Zeitpunkt, zu dem der tiefste Pulsfrequenzmittelwert erreicht wird, besteht eine lineare Beziehung.
8. Zwischen dem Pulsfrequenzabfall am Vormittag und dem Pulsfrequenzanstieg am Nachmittag besteht eine Korrelation: hoher Pulsfrequenzabfall ist mit hohem Pulsfrequenzanstieg korreliert.
9. Das Blutdruckverhalten während des Unterrichts zeigt keinerlei Übereinstimmung bei den einzelnen Probanden.
10. Der d_2 -Test zeigt für die Gruppe I (1. Test am Vormittag, 2. Test am Nachmittag) eine Leistungssteigerung von 3 %, für die Gruppe II (1. Test am Nachmittag, 2. Test am Vormittag) eine Leistungssteigerung von 25,1 %. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen ist statistisch signifikant.
11. Die Ergebnisse der Geometriearbeit sind wegen des unbekannten Übungseffektes und der Kommunikation der Schüler nicht zu verwerten.

Diese Ergebnisse werden diskutiert und mit den Ergebnissen aus der Literatur verglichen. Dabei können die bekannten tagesrhythmischen Schwankungen der Pulsfrequenz nicht bestätigt werden, da sie aus verschiedenen Gründen - die aufgezeigt werden - überlagert werden.

Eine Überforderung läßt sich nicht feststellen, sie läßt sich von medizinischer Seite aber auch nicht

ausschließen, denn 30 % der Schüler zeigten eine vegetative Symptomatik. Dieser Sachverhalt sollte Anlaß für weitere gezielte Untersuchungen sein.

F A n h a n g

Tabelle 1

Allgemeine Daten der untersuchten Schüler

1. Beruf des Vaters

Angestellter oder Beamter	23 (57,7 %)
Arbeiter	10 (25,0 %)
selbständig	2 (5,0 %)
Rentner	1 (2,5 %)
verstorben	2 (5,0 %)
nicht bekannt	2 (5,0 %)

2. Mutter

nicht berufstätig	20 (50,0 %)	
berufstätig	18 (45,0 %)	halbtags 8 ganztags 10
	Angestellte/Beamte	14
	Arbeiterin	3
	selbständig	1
verstorben	1 (2,5 %)	
keine Verbindung	1 (2,5 %)	

3. Schulziel

Abitur	17 (42,5 %)	Studium 9
mittlere Reife	16 (40,0 %)	
A-Zeugnis (Volksschulabschluß)	5 (12,5 %)	
noch nicht bekannt	2 (5,0 %)	

4. Leistungen

1	1 (2,5 %)
2	4 (10,0 %)
2 - 3	6 (15,0 %)
3	21 (50,5 %)
3 - 4	6 (15,0 %)
4	2 (5,0 %)

5. Schularbeiten zu Hause

nein	11 (27,5 %)	
ja	29 (72,5 %)	selten : 7 bis zu 1 Std.: 19 1 - 2 Std.: 2 mehr als 2 St: 1

6. Mittagessen in der Schule

ja	6 (15,0 %)
wechselnd	5 (12,5 %)
nein	29 (72,5 %)

7. Konstitutionstyp

leptosom	31 (77,5 %)
pyknisch	5 (12,5 %)
athletisch	4 (10,0 %)

8. Sport

nein	10 (25,0 %)	
ja(regelmäßig)	30 (75,0 %)	in der Schule (außer- 14 halb des Sportunter- richtes im Verein 16

9. Nikotin

nein	23 (57,5 %)	
ja	17 (42,5 %)	bis 6 Zig./Tag 9 bis 10 Zig./Tag 7 mehr als 10 Zig./Tag 1

10. Beschwerden am Untersuchungstag

keine	28 (70,0 %)	
ja	12 (30,0 %)	Kopfschmerzen 6 Husten 2 Blasenschmerzen 1 Bauchschmerzen 1 "nervös" 2

11. Überforderung durch den Ganztags schulbetrieb

nein	36 (90,0 %)
gelegentlich	3 (7,5 %)
ja	1 (2,5 %)

12. Aussage des Lehrers, der den Nachmittagsunterricht

aufmerksam	8	erteilte
unauffällig	22	
unaufmerksam	10	

Tabelle 2

Geburtsdatum und Alter der untersuchten Schüler der
Carl-Zeiss-Schule am Untersuchungstag

1. Ku., Ro.	26. 5. 56	16,8 J.
2. Gr., Ri.	13. 7. 56	16,6 J.
3. Os., El.	30. 10. 56	16,0 J.
4. Ka., Ra.	29. 12. 56	15,11 J.
5. He., Ge.	17. 6. 57	15,8 J.
6. Sp., Ki.	23. 4. 57	15,7 J.
7. Sp., Ma.	23. 4. 57	15,7 J.
8. Ma., Mo.	21. 5. 57	15,7 J.
9. Wi., Re.	19. 7. 57	15,7 J.
10. Ru., In.	20. 8. 57	15,6 J.
11. Vo., Su.	5. 8. 57	15,6 J.
12. Le., Ro.	27. 8. 57	15,4 J.
13. Fi., Ol.	27. 8. 57	15,4 J.
14. Ha., An.	10. 10. 57	15,3 J.
15. Kö., An.	4. 12. 57	15,3 J.
16. Ar., Gi.	21. 10. 57	15,2 J.
17. Da., Jö.	22. 9. 57	15,1 J.
18. Kr., Sa.	29. 1. 58	15,1 J.
19. He., Ro.	24. 11. 57	15,0 J.
20. Br., Cl.	8. 4. 58	14,11 J.
21. Se., Ga.	10. 1. 58	14,10 J.
22. Ki., Vi.	30. 4. 58	14,10 J.
23. Fi., Da.	22. 4. 58	14,9 J.
24. To., Do.	21. 8. 58	14,6 J.
25. We., An.	22. 9. 58	14,5 J.
26. Ka., Ka.	4. 9. 58	14,5 J.
27. Du., Da.	10. 6. 58	14,5 J.
28. Mi., Wo.	2. 10. 58	14,4 J.
29. Ap., Jü.	6. 10. 58	14,4 J.
30. Wr., Ba.	5. 9. 58	14,4 J.
31. Ba., Ma.	26. 7. 58	14,3 J.
32. Ha., El.	28. 11. 58	14,2 J.
33. Ne., Pe.	4. 11. 58	14,2 J.
34. Ne., Uw.	2. 10. 58	14,0 J.
35. Pr., Ro.	11. 10. 58	14,0 J.
36. Dr., He.	18. 12. 58	13,11 J.
37. Wa., Ma.	7. 3. 59	13,11 J.
38. Ka., Ma.	2. 5. 59	13,8 J.
39. Sc., H.	25. 4. 59	13,7 J.
40. Hi., Ga.	29. 9. 59	13,4 J.

Tabelle 3

Beispiel 1 und 2 für die Durchführung der Untersuchung
am 1. (I) und 2. (II) Untersuchungstag

Untersuchungstag: 20. 11. 72

Se., Ga., geb. 10. 1. 58 (I)

Vater:	Versicherungskaufmann
Mutter:	Hausfrau
Geschwister:	1 Bruder, 16 J., Schüler
Berufsziel:	nicht bekannt
Leistungen:	3 +
Schularbeiten:	1/2 Stunde/Tag, Wochenende: Ø
Mittagessen:	in der Schule
Krankheiten:	Ø
Beschwerden:	Ø
Sport:	Handball, 1 x /Woche
Nikotin:	selten
Menarche:	12 1/2 J.
Konstitutionstyp:	leptosom
fühlt sich durch den Schulbetrieb nicht überfordert	

Stundenplan:

1. Deutsch
2. Mathematik
3. Englisch
4. Englisch
5. Physik
6. Mittagspause
7. Gesellschaftskunde
8. Gesellschaftskunde
9. Sport

1. Stunde

RR 130/80

8.00	108
8.05	100
8.10	100
8.15	94
8.20	88
8.25	80
8.30	80
8.35	76
8.40	88
8.45	80

RR 110/70

2. Stunde

8.50	90
8.55	78
9.00	76
9.05	84
9.10	100
9.15	74
9.20	70
9.25	86
9.30	80
9.35	88

RR 110/70

3. Stunde

9.55	112
10.00	110
10.05	100
10.10	100
10.15	96
10.20	92
10.25	90
10.30	94
10.35	90
10.40	100

RR 110/60

4. Stunde

10.45	120
10.50	108
10.55	120
11.00	108
11.05	108
11.10	100
11.15	110
11.20	100
11.25	96
11.30	90

RR 110/65

5. Stunde

11.35	100
11.40	100
11.45	90
11.50	100
11.55	120
12.00	96
12.05	90
12.10	100
12.15	96
12.20	100

RR 115/65

6. Stunde

12.25 - 13.10

Mittagspause:

einkaufen und
Kaffee trinken
gegangen

RR 110/70

7. Stunde

13.35	112
13.40	100
13.45	96
13.50	90
13.55	96
14.00	108
14.05	104
14.10	100
14.15	96
14.20	100

RR 120/80

8. Stunde

14.25	110
14.30	140
14.35	100
14.40	96
14.45	100
14.50	108
14.55	100
15.00	100
15.05	96
15.10	108

RR 110/70

im Unterricht unauffällig

Untersuchungstag: 23. 11. 72

Se., Ga., geb. 10. 1. 58 (II)

Stundenplan:

1. Chemie
2. Chemie
3. Physik
4. Biologie
5. Englisch
6. Mittagspause
7. Gesellschaftskunde
8. Gesellschaftskunde

1. Stunde

RR 130/80

8.00	120
8.05	108
8.10	110
8.15	100
8.20	104
8.25	100
8.30	108
8.35	100
8.40	96
8.45	100

RR 110/65

2. Stunde

8.50	100
8.55	104
9.00	96
9.05	94
9.10	88
9.15	100
9.20	104
9.25	94
9.30	100
9.35	110

RR 110/65

3. Stunde

9.55	104
10.00	90
10.05	100
10.10	96
10.15	90
10.20	80
10.25	86
10.30	80
10.35	80
10.40	80

RR 110/70

4. Stunde

10.45	108
10.50	100
10.55	104
11.00	94
11.05	84
11.10	76
11.15	100
11.20	90
11.25	90
11.30	84

RR 110/65

5. Stunde

11.35	100
11.40	90
11.45	80
11.50	84
11.55	80
12.00	86
12.05	74
12.10	80
12.15	88
12.20	90

RR 115/60

6. Stunde

12.25 - 13.10

Mittagspause:

mitgebrachtes Brot
gegessen, Einkauf,
Spaziergang

RR 120/70

7. Stunde

13.35	120
13.40	110
13.45	108
13.50	100
13.55	100
14.00	100
14.05	108
14.10	110
14.15	110
14.20	108

RR 110/60

8. Stunde

14.25	110
14.30	120
14.35	108
14.40	100
14.45	104
14.50	94
14.55	100
15.00	104
15.05	108
15.10	104

RR 110/60

keine Auffälligkeiten
im Unterricht

Tabelle 4

Beispiel 2 für einen Untersuchungstag, an dem nur Hauptfächer unterrichtet wurden

Untersuchungstag: 21. 2. 1973

Da., Ma., geb. 7. 3. 59

Stundenplan:

1. Deutsch
2. Deutsch
3. Englisch
4. Mathematik
5. Französisch
6. Französisch
7. Pause
8. Chemie
9. Chemie

1. Stunde

RR 105/60

8.00	100
8.05	90
8.10	90
8.15	90
8.20	84
8.25	90
8.30	84
8.35	90
8.40	88
8.45	90

RR 105/60

2. Stunde

8.50	90
8.55	84
9.00	90
9.05	88
9.10	90
9.15	84
9.20	90
9.25	86
9.30	90
9.35	86

RR 105/60

3. Stunde

9.55	84
10.00	100
10.05	90
10.10	90
10.15	90
10.20	90
10.25	84
10.30	84
10.35	84
10.40	90

RR 100/60

4. Stunde

10.45	100
10.50	100
10.55	86
11.00	80
11.05	100
11.10	84
11.15	90
11.20	96
11.25	88
11.30	90

RR 110/60

5. Stunde

11.35	90
11.40	90
11.45	90
11.50	108
11.55	100
12.00	96
12.05	86
12.10	86
12.15	84
12.20	90

RR 105/60

6. Stunde

12.25	90
12.30	90
12.35	90
12.40	86
12.45	86
12.50	90
12.55	86
13.00	80
13.05	100
13.10	88

RR 105/60

7. Stunde

13.35 - 14.20

Mittagspause:

geht einkaufen
(Bäcker) und
spazieren

RR 110/60

8. Stunde

14.25	108
14.30	94
14.35	96
14.40	110
14.45	100
14.50	100
14.55	100
15.00	100
15.05	100
15.10	96

RR 110/60

unauffällig im Unter-
richt

Tabelle 5 a

Beispiel 4 a für einen Untersuchungstag mit Hauptfächern am Vormittag und Nebenfächern am Nachmittag bei einem männlichen Probanden

Untersuchungstag: 13. 11. 72

Ka., Ra., geb. 29. 12. 56

Stundenplan:

1. Deutsch
2. Mathematik
3. Englisch
4. Englisch
5. Physik
6. Mittagspause
7. Gesellschaftskunde
8. Gesellschaftskunde
9. Sport

1. Stunde

RR 130/70

8.00	120
8.05	104
8.10	100
8.15	100
8.20	96
8.25	92
8.30	38
8.35	92
8.40	96
8.45	100

RR 110/60

2. Stunde

8.50	100
8.55	86
9.00	90
9.05	88
9.10	80
9.15	76
9.20	76
9.25	80
9.30	82
9.35	88

RR 120/65

3. Stunde

9.55	100
10.00	80
10.05	80
10.10	70
10.15	74
10.20	70
10.25	68
10.30	74
10.35	80
10.40	30

RR 100/60

4. Stunde

10.45	80
10.50	76
10.55	70
11.00	74
11.05	68
11.10	72
11.15	70
11.20	74
11.25	80
11.30	80

RR 120/60

5. Stunde

11.35	80
11.40	76
11.45	84
11.50	88
11.55	78
12.00	60
12.05	70
12.10	80
12.15	76
12.20	80

RR 110/60

6. Stunde

12.25	108	Mittagspause:
12.30	120	
12.35	108	umhergelaufen
12.40	135	gegessen
12.45	100	unterhalten
12.50	80	
12.55	90	
13.00	108	
13.05	150	
13.10	140	

RR 140/70

7. Stunde

13.35	110
13.40	88
13.45	76
13.50	100
13.55	90
14.00	90
14.05	80
14.10	80
14.15	88
14.20	88

RR 120/60

8. Stunde

14.25	80
14.30	84
14.35	80
14.40	90
14.45	100
14.50	104
14.55	100
15.00	94
15.05	100
15.10	104

RR 120/60

intelligenter aufmerk-
samer Schüler

Tabelle 5 b

Beispiel 4 b für einen Untersuchungstag mit Hauptfächern am Vormittag und Nebenfächern am Nachmittag bei einem weiblichen Probanden

Untersuchungstag: 13. 12. 72

Ma., Mo., geb. 21. 5. 57

Stundenplan:

1. Deutsch
2. Deutsch
3. Englisch
4. Mathematik
5. Französisch } schriftliche Arbeit
6. Französisch } über 1 1/2 Stunden
7. Mittagspause
8. Gesellschaftkunde

1. Stunde

RR 110/70

8.00	110
8.05	110
8.10	92
8.15	92
8.20	96
8.25	100
8.30	84
8.35	86
8.40	90
8.45	88

RR 100/60

2. Stunde

8.50	100
8.55	100
9.00	92
9.05	88
9.10	84
9.15	94
9.20	84
9.25	88
9.30	90
9.35	88

RR 120/70

3. Stunde

9.55	100
10.00	90
10.05	92
10.10	92
10.15	104
10.20	100
10.25	100
10.30	100
10.35	92
10.40	100

RR 90/60

4. Stunde

10.45	104
10.50	100
10.55	90
11.00	90
11.05	84
11.10	82
11.15	84
11.20	96
11.25	90
11.30	94

RR 120/70

5. Stunde

11.35	108
11.40	90
11.45	84
11.50	90
11.55	80
12.00	80
12.05	82
12.10	90
12.15	86
12.20	86

6. Stunde

12.25	90
12.30	82
12.35	76
12.40	80
12.45	70
12.50	80
12.55	80
13.00	86
13.05	80
13.10	84

RR entfällt, da Arbeit
geschrieben wird

7. Stunde

13.35 - 14.20
Mittagspause:
rauchen, umher-
gehen und spazieren
gegangen
RR 120/70

8. Stunde

14.25	118
14.30	100
14.35	100
14.40	110
14.45	100
14.50	94
14.55	100
15.00	96
15.05	100
15.10	108

RR 110/65

leicht ablenkbar
im Unterricht

Tabelle 6 a

Beispiel 5 a für einen Untersuchungstag mit Nebenfächern
am Vormittag und Nebenfächern am Nachmittag bei einem
männlichen Probanden

Untersuchungstag: 23. 2. 73

An., Jii., geb. 6. 10. 58

Stundenplan:

1. --
2. --
3. Gesellschaftskunde
4. Gesellschaftskunde
5. Religion
6. Mittagspause
7. Deutsch
8. Deutsch

3. Stunde

RR 110/60

9.55	128
10.00	130
10.05	100
10.10	86
10.15	86
10.20	86
10.25	90
10.30	92
10.35	90
10.40	86

RR 105/60

4. Stunde

10.45	96
10.50	90
10.55	94
11.00	86
11.05	90
11.10	96
11.15	84
11.20	86
11.25	110
11.30	110

RR 105/60

5. Stunde

11.35	100
11.40	86
11.45	94
11.50	90
11.55	80
12.00	80
12.05	86
12.10	84
12.15	90
12.20	92

RR 110/60

6. Stunde

12.25 - 13.10

Mittagspause:

hat in der Bibliothek gelesen, dann "gekickert"

RR 120/70

7. Stunde

13.35	100
13.40	96
13.45	88
13.50	94
13.55	96
14.00	100
14.05	88
14.10	92
14.15	96
14.20	92

RR 105/60

8. Stunde

14.25	104
14.30	100
14.35	96
14.40	90
14.45	90
14.50	88
14.55	90
15.00	88
15.05	88
15.10	90

RR 110/60

vorlaut und frech,
macht keinen müden
oder erschöpften
Eindruck

Tabelle 6 b

Beispiel 5 b für einen Untersuchungstag mit Nebenfächern
am Vormittag und Nebenfächern am Nachmittag bei einem
weiblichen Probanden

Untersuchungstag: 10. 10. 72

Os., El., geb. 30. 10. 56

Stundenplan:

1. Mathematik
2. Mathematik
3. Deutsch
4. Kochen } kein Un-
5. Kochen } terricht
6. Mittagessen
7. Chemie
8. Chemie

1. Stunde

RR 120/75

8.00	108
8.05	80
8.10	90
8.15	80
8.20	80
8.25	76
8.30	84
8.35	80
8.40	76
8.45	80

RR 110/70

2. Stunde

8.50	80
8.55	76
9.00	72
9.05	80
9.10	72
9.15	72
9.20	72
9.25	76
9.30	66
9.35	70

RR 110/65

3. Stunde

9.55	100
10.00	76
10.05	72
10.10	80
10.15	76
10.20	72
10.25	76
10.30	76
10.35	80
10.40	80

RR 110/70

4. Stunde

10.45	96
10.50	100
10.55	100
11.00	80
11.05	76
11.10	80
11.15	80
11.20	72
11.25	76
11.30	72

RR 110/70

5. Stunde

11.35	90
11.40	82
11.45	80
11.50	86
11.55	80
12.00	80
12.05	80
12.10	80
12.15	76
12.20	76

RR 115/56

6. Stunde

12.25 - 13.10

Mittagspause:

in der Schule

RR 120/80

7. Stunde

13.35	100
13.40	80
13.45	84
13.50	80
13.55	84
14.00	88
14.05	84
14.10	86
14.15	84
14.20	84

RR 110/70

8. Stunde

14.25	90
14.30	90
14.35	96
14.40	96
14.45	90
14.50	94
14.55	96
15.00	96
15.05	92
15.10	92

RR 130/80

unauffällig im
Unterricht

Tabelle 7 a

Beispiel 6 a für einen Untersuchungstag mit Haupt- und Nebenfächern am Vormittag und Nebenfächern am Nachmittag bei einem männlichen Probanden

Untersuchungstag: 6. 11. 72

Mo., Ko., geb. 24. 11. 57

Stundenplan:

1. Deutsch
2. Mathematik
3. Englisch
4. Englisch
5. Physik ausgefallen
6. Mittagspause
7. Gesellschaftskunde
8. Gesellschaftskunde
9. Sport ausgefallen

1. Stunde

RR 115/70

8.00	108
8.05	120
8.10	112
8.15	100
8.20	100
8.25	120
8.30	100
8.35	100
8.40	100
8.45	100

RR 110/70

2. Stunde

8.50	120
8.55	110
9.00	100
9.05	104
9.10	110
9.15	108
9.20	100
9.25	100
9.30	104
9.35	100

RR 100/65

3. Stunde

9.55	104
10.00	100
10.05	90
10.10	90
10.15	108
10.20	104
10.25	108
10.30	104
10.35	104
10.40	100

RR 100/70

4. Stunde

10.45	108
10.50	100
10.55	96
11.00	90
11.05	100
11.10	92
11.15	90
11.20	90
11.25	100
11.30	100

RR 105/70

5. Stunde

11.35	128
11.40	108
11.45	110
11.50	120
11.55	110
12.00	100
12.05	120
12.10	100
12.15	104
12.20	108

RR 120/70

6. Stunde

Freistunde 12.25 - 13.10
 1/2 Stunde
 "gekickert" Mittagspause:
 zum Bäcker gegangen
 anschließend im Klas-
 senzimmer gesessen
 und gegessen, dann
 sich unterhalten

RR 130/80

7. Stunde

13.35	112
13.40	108
13.45	100
13.50	100
13.55	100
14.00	108
14.05	98
14.10	92
14.15	100
14.20	96

RR 110/70

8. Stunde

14.25	108
14.30	100
14.35	100
14.40	100
14.45	104
14.50	108
14.55	100
15.00	100
15.05	108
15.10	120

RR 100/70

Aussage des Lehrers:
 stört ständig den
 Unterricht, sehr leb-
 haft, macht aber mit.

Tabelle 7 b

Beispiel 6 b für einen Untersuchungstag mit Haupt- und Nebenfächern am Vormittag und Nebenfächern am Nachmittag bei einem weiblichen Probanden

Untersuchungstag: 20. 12. 72

Le., Ro., geb. 27. 8. 57

Stundenplan:

1. Deutsch
2. Deutsch
3. Englisch
4. Mathematik
5. TW
6. TW
7. Mittagspause
8. Gesellschaftskunde

1. Stunde

RR 130/70

8.00	120
8.05	120
8.10	112
8.15	96
8.20	90
8.25	88
8.30	92
8.35	88
8.40	84
8.45	88

RR 110/60

2. Stunde

8.50	100
8.55	88
9.00	80
9.05	84
9.10	80
9.15	88
9.20	80
9.25	82
9.30	80
9.35	88

RR 110/60

3. Stunde

9.55	96
10.00	90
10.05	84
10.10	84
10.15	80
10.20	80
10.25	80
10.30	76
10.35	70
10.40	74

RR 110/60

4. Stunde

10.45	84
10.50	80
10.55	88
11.00	84
11.05	80
11.10	80
11.15	84
11.20	84
11.25	76
11.30	80

RR 115/65

5. Stunde

11.35	100
11.40	96
11.45	86
11.50	80
11.55	80
12.00	86
12.05	80
12.10	88
12.15	80
12.20	84

RR 110/65

6. Stunde

12.25	84
12.30	80
12.35	80
12.40	84
12.45	80
12.50	80
12.55	76
13.00	76
13.05	80
13.10	100

RR 110/70

7. Stunde

13.35 - 14.20
Mittagspause:
ist einkaufen,
Kaffee trinken
und spazieren
gegangen

RR 130/70

8. Stunde

14.25	108
14.30	100
14.35	96
14.40	84
14.45	90
14.50	94
14.55	88
15.00	90
15.05	86
15.10	90

RR 130/65

unauffällig im
Unterricht

Tabelle 8

Pulsfrequenz-Mittelwerte jeder einzelnen Schulstunde bei 80 Untersuchungen

Nr.	Name	Geschl.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.Std.
1	Ku., Ro.,	m.	97,2	93,0	100,0	101,0	92,5		97,6	100,6	
1	Ku., Ro.,	m.	99,3	95,6	95,3	97,2	92,0	94,0			
2	Gr., Ri.,	w.	96,4	97,4	94,0	92,6	93,6	87,8			
2	Gr., Ri.,	w.	101,0	97,2	103,2	98,4	101,6	105,4			
3	Gr., El.,	w.	83,4	73,6	78,8	83,2	81,0		85,4	93,0	
3	Os., El.,	w.	92,2	81,4	85,0	81,4	92,8		99,0	95,4	
4	Ka., Ra.,	m.	98,8	84,6	77,6	74,4	77,2		98,0	93,6	
4	Ka., Ra.,	m.	92,4	82,0	81,0	84,6	80,4	105,6			
5	He., Ge.,	m.	70,6	74,2	67,8	61,6	59,6	63,8		86,8	
5	He., Ge.,	m.	83,0	74,2	64,2	63,8	68,0	66,0			
6	So., Ki.,	w.			75,4	74,0	73,8		90,8	90,8	
6	So., Ki.,	w.	81,0	82,8	78,2	82,0	80,4		88,4	85,0	
7	So., Ma.,	w.	109,0	93,8	85,8	83,8	87,8		101,4		
7	Sp., Ha.,	w.	93,2	88,4	84,0	92,0	81,8				
8	Ma., Mo.,	w.	99,6	98,2	92,0	113,0	120,4	112,2			
8	Ma., Mo.,	w.	97,6	90,8	97,0	91,4	87,6	80,8		102,6	
9	Mi., Re.,	m.	85,6	76,6	76,0	86,2	78,4	77,4		85,4	
9	Mi., Re.,	m.	86,0	75,8	99,0	93,2	84,6	84,8			

1
2
1

Nr.	Name	Geschl.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9. Std.
10	Ru., In.,	w.	99,6	88,2	101,8	94,0	92,2	84,4		97,4	
10	Ru., In.,	w.	98,0	80,0	92,4	85,6	85,8			89,6	88,6
11	Vo., Su.,	w.	79,8	74,2	75,8	75,2	76,8	84,4		89,4	
11	Vo., Su.,	w.	86,2	75,8	79,6	81,4	81,8			91,0	84,4
12	Le., Ro.,	w.	111,0	92,8	85,0	77,4	84,6	84,6		95,6	
12	Le., Ro.,	w.	97,8	85,0	81,4	82,0	86,0	82,0	105,2	96,2	
13	Fi., Ol.,	m.	87,6	82,6	83,0	87,4	84,2				
13	Fi., Ol.,	m.	82,0	80,2	86,6	89,4	84,8				
14	Ha., An.,	w.	102,6	98,8	77,4	101,2	94,8		102,4	100,8	106,2
14	Ha., An.,	w.	99,8	101,2	101,0	97,2			102,4	103,6	
15	Kö., An.,	w.	96,6	93,8	92,0	90,6	113,6	89,4			
15	Kö., An.,	w.			94,6	91,8	92,8		105,4	103,4	
16	Ar., Gi.,	w.	101,6	95,8	92,6	90,0	96,8		124,4	119,8	
16	Ar., Gi.,	w.	95,2	89,4	92,0	91,0	85,6				
17	Da., Jö.,	m.	84,2	78,0	79,8	77,6	75,0		90,0	84,0	
17	Da., Jö.,	m.	88,8	81,0	74,8	70,0	79,4	68,8			
18	Kr., Sa.,	w.	102,4	100,6	90,0	92,6	100,0	89,4		109,4	88,8
18	Kr., Sa.,	w.	95,6	85,4	93,6	94,8	98,0			92,8	
19	He., Ro.,	m.	106,0	105,6	101,2	96,6			102,6	104,8	
19	He., Ro.,	m.	99,2	99,6	98,2	93,2	102,2		100,4		

Fortsetzung von Tabelle 8

Nr.	Name	Geschl.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.Std.
20	Br., Cl.,	w.	84,6	76,2	80,2	78,0	91,4	76,8	74,6	94,4	
20	Br., Cl.,	w.			90,8	88,4					
21	Se., Ga.,	w.	89,4	82,6	98,4	106,0	99,2		100,2	105,8	
21	Se., Ga.,	w.	104,6	98,0	88,6	83,0	85,0		107,6	105,2	
22	Ki., Vi.,	w.	92,2	88,2	80,6	78,6	83,0	76,0		88,8	
22	Ki., Vi.,	w.	92,4	91,4	84,0	83,6	80,2	87,8		91,8	91,6
23	Fi., Da.,	w.	106,0	86,2	73,8	97,0	98,2	88,6			
23	Fi., Da.,	w.	93,0	85,0	92,6	90,8	95,8	97,4			
24	To., Do.,	w.	83,6	77,4	71,0	71,8	68,2	79,8	87,8	88,0	
24	To., Do.,	w.	82,6	71,2	69,0	69,4	89,6			80,4	83,0
25	We., An.,	w.	98,6	99,8	80,8	80,2	80,6	84,6	90,6	87,8	
25	We., An.,	w.	90,4	87,2	85,2	81,2	96,6			94,0	85,8
26	Ka., Ka.,	w.			97,6	81,4	93,4	76,6	95,4	92,2	
26	Ka., Ka.,	w.	94,6	84,4	82,4	87,8	85,2			102,0	
27	Du., Ja.,	w.			99,2	98,8	92,2	99,6		100,4	
27	Du., Da.,	w.	90,0	87,8	81,2	76,0	99,0	94,6		93,4	
28	Kü., Wo.,	m.			90,2	89,8	77,6	86,8	76,4	71,0	
28	Kü., Wo.,	m.	93,4	89,0	95,2	86,4	92,0				
29	Ap., Jü.,	m.			97,4	94,2	88,2	84,0	94,2	92,4	
29	Ap., Jü.,	m.	87,8	86,0	89,6	89,0	98,4				

Nr.	Name	Geschl.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.Std.
20	Mr., Ba.,	w.	79,4	78,4	80,4	77,2	82,2	78,2			
20	Mr., Ba.,	w.	86,4	85,4	84,6	83,0	78,2	79,4		90,6	
21	Ba., Ia.,	v.	93,0	88,2	94,0	94,6	85,2	89,0		101,4	105,8
21	Ba., Ia.,	v.		90,4	89,8	96,0	106,0				
22	Ia., Il.,	w.	95,0	86,4	82,0	86,0	89,8	100,6			
22	Ia., Il.,	w.	113,0	95,6	86,8	82,8	86,4	91,8		99,4	
23	Ie., Fe.,	v.	108,6	100,0	100,4	100,4	94,8	100,2		104,6	
23	Ie., Fe.,	v.	90,6	87,4	90,4	93,0	98,0	108,0		100,4	
24	Ie., Uv.,	m.	97,4	82,6	89,0	89,8	88,6				
24	Ie., Uv.,	m.		89,2	84,6	79,4	84,6	88,2	91,8		
25	Pr., Ko.,	m.	96,4	94,0	92,2	97,6	89,0	91,2	92,2	95,4	91,0
25	Pr., Ko.,	m.		93,8	90,4	90,8	92,2				
26	Mr., Ic.,	w.	80,6	90,4	84,8	90,6	101,6	101,6			
26	Mr., Ic.,	v.	96,6	90,5	82,4	83,4	89,0	97,2		94,8	
27	Ba., Ba.,	v.			106,2	96,2	93,4	88,6	96,0	97,0	
27	Mr., Ba.,	v.	53,6	57,8	87,6	91,4	92,0		100,4		
28	Ba., Ba.,	v.	86,6	75,4	71,8	66,2	69,2				
28	Ba., Ba.,	v.	82,8	72,4	72,2	69,4	62,2	59,0	83,0	79,6	90,6
29	Je., Il.,	m.	100,0	99,8	96,2	94,0	100,6	108,4		95,4	
29	Je., Il.,	v.			88,8	100,2	99,8	95,8		92,8	
30	Ia., Ia.,	v.	106,6	93,2	88,0	84,6	87,6		89,2	88,0	
30	Ia., Ia.,	w.	90,6	86,2	90,8	94,4	101,6	103,4		98,8	86,0

Tabelle 9

Pulsfrequenz-Gesamtmittelwerte jeder einzelnen Schulstunde bei 80 Untersuchungen am 1. (I) und 2. (II) Untersuchungstag

Schulstunde	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Puls- summe	3230,2	3013,6	3521,4	3509,2	3352,9	1869,8		1240,6	196,8
Ia Anzahl	34	34	40	40	38	21	Pause	13	2
Mittel- wert	95,0	83,92	88,28	87,73	88,23	89,0		95,43	98,4
Ib	1810,6 1685,4 Pause 19 18 95,29 97,63								
Puls- summe	3156,0	3187,6	3484,4	3453,4	3468,8	2102,2		1335,6	437,0
IIa Anzahl	35	37	40	40	39	24	Pause	14	5
Mittel- wert	90,17	86,13	87,11	86,33	88,94	87,58		95,4	87,4
IIb	779,4 860,4 Pause 8 9 97,42 95,6								
								368,0	4
								92,0	

Tabelle 9 a

Pulsfrequenz-Gesamtmittelwerte jeder einzelnen Schulstunde bei 80 Untersuchungen

Schulstunde	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Puls-									
I + summe	6386,2	6201,2	7075,8	6962,4	6821,7	3912,0		576,2	633,0
II Anzahl	69	71	80	80	77	45	Pause	27	7
a Mittelwert	92,55	87,34	87,69	87,03	88,59	88,25		95,41	90,54
Puls-									
I + summe							2590,0	2545,8	368,0
II Anzahl							27	27	4
b Mittelwert							95,52	94,28	92,0

Tabelle 10

Verhalten in der Mittagspause von 38 Schülern an
58 Untersuchungstagen (unter Berücksichtigung von
Mehrfachnennungen)

Spaziergehen	36
in der Klasse sitzen und unterhalten	11
Kaffee trinken (außerhalb der Schule)	11
Essen mitgebrachten Brotes	10
Mittagessen in der Schule	6
Mittagessen zu Hause	4
Fußballspielen	4
Essen einer Curry-Wurst	1

Tabelle 11

Pulsfrequenzmaximum am Vormittag bei 80 Untersuchungen

	% der männl. Probanden	% der weibl. Probanden	% der männl. und weibl. Probanden
1. Stunde	54,1	51,7	52,5
2. Stunde	4,1	7,1	6,2
3. Stunde	12,5	5,3	7,5
4. Stunde	12,5	7,1	8,7
5. Stunde	8,3	17,8	15,0
6. Stunde	8,3	10,7	10,0

Tabelle 12

Pulsfrequenzminimum am Vormittag bei 80 Untersuchungen

	% der männl. Probanden	% der weibl. Probanden	% der männl. und weibl. Probanden
2. Stunde	26,1	28,6	27,8
3. Stunde	13,0	19,8	17,7
4. Stunde	26,1	23,3	24,1
5. Stunde	17,4	14,5	15,2
6. Stunde	17,4	14,5	15,2

Tabelle 12

Zeitpunkt, an dem das PF-Minimum erreicht wird

Std. Alter	2.	3.	4.	5.	6.
12/14	10	10	10	6	5
15/16	12	4	9	6	7
Std. Geschl.	2.	3.	4.	5.	6.
männl.	9		4		8
weibl.	26		14		16
Std. Pach	2.	3.	4.	5.	6.
EIF	7	4	8	7	9
L.r'	15	10	11	5	3

$$\chi^2 = 2,4$$

$$0,70 \quad p \quad 0,50$$

$$\chi^2 = 0,48$$

$$0,80 \quad p \quad 0,70$$

$$\chi^2 = 7,6$$

$$0,20 \quad p \quad 0,10$$

Tabelle 14

Daten zur weiteren Aufschlüsselung der Ergebnisse

Geschl.	Nr.	Tag	Alter	y_a	y_b	y_c	t_2
W	1	1	16,6	8,9			6.Std.
W	1	2	16,6	3,8			2.Std.
W	2	1	16,0	11,8	16,3	8,9	2.Std.
W	2	2	16,0	11,7	21,6	3,6	2.Std.
W	3	1	15,8	2,1	23,0	0,0	3.Std.
W	3	2	15,8	3,5	13,0	2,8	3.Std.
W	4	1	15,8	23,1	21,0		4.Std.
W	4	2	15,8	12,2			5.Std.
W	5	1	15,7	7,6			3.Std.
W	5	2	15,7	17,2	27,0		6.Std.
W	6	1	15,6	9,5	23,8		4.Std.
W	6	2	15,6	12,1	20,1	7,3	2.Std.
W	7	1	15,6	11,2	15,4		6.Std.
W	7	2	15,6	18,4	12,0	1,1	2.Std.
W	8	1	15,4	30,3	23,5		4.Std.
W	8	2	15,4	16,8	11,3		3.Std.
W	9	1	15,3	10,5	11,5	1,6	5.Std.
W	9	2	15,3	2,8	6,6	2,5	4.Std.
W	10	1	15,3	7,5			6.Std.
W	10	2	15,3	3,0	14,8	1,9	2.Std.
W	11	1	15,2	11,4	38,2	3,7	4.Std.
W	11	2	15,2	10,1			5.Std.
W	12	1	15,1	12,7	24,6		6.Std.
W	12	2	15,1	10,7	8,7	4,3	2.Std.
W	13	1	14,11	9,9			2.Std.
W	13	2	14,11	2,6	7,0	0,2	2.Std.
W	14	1	14,10	6,8	17,6	5,6	2.Std.
W	14	2	14,10	20,7	29,6	2,2	4.Std.
W	15	1	14,10	17,6	16,8		6.Std.
W	15	2	14,10	13,2	14,5	0,2	5.Std.
W	16	1	14,9	18,7			2.Std.
W	16	2	14,9	8,6			2.Std.
W	17	1	14,6	18,4	28,7	0,3	5.Std.
W	17	2	14,6	18,0	16,5	1,0	3.Std.

Fortsetzung von Tabelle 14

Geschl.	Nr.	Tag	Alter	y_a	y_b	y_c	t_2
W	17	1	14,5	20,5	13,0	5,1	4.Std.
W	18	2	14,5	10,2	15,6	8,7	4.Std.
W	19	1	14,5	7,1	8,9		3.Std.
W	19	2	14,5	15,6	22,9		4.Std.
W	20	1	14,5	16,8	18,5	3,4	2.Std.
W	20	2	14,5	19,0	22,2		6.Std.
W	21	1	14,4	2,8	17,4		4.Std.
W	21	2	14,4	1,5			5.Std.
W	22	1	14,7	8,4	19,0	4,3	5.Std.
W	22	2	14,7	0,7			2.Std.
W	23	1	14,2	13,7			3.Std.
W	23	2	14,2	27,4	21,2		4.Std.
W	24	1	14,2	12,7	10,3		5.Std.
W	24	2	14,2	3,5	14,9		2.Std.
W	25	1	13,11	5,4			3.Std.
W	25	2	13,11	14,7	15,0		3.Std.
W	26	1	13,11	12,1	2,8	1,0	3.Std.
W	26	2	13,11	2,2	14,6		3.Std.
W	27	1	13,8	23,6	25,4	4,1	4.Std.
W	27	2	13,8	28,7	56,3	1,7	6.Std.
W	28	1	13,4	20,8	5,4	1,3	4.Std.
W	28	2	13,4	8,7	18,5	13,0	2.Std.

Fortsetzung von Tabelle 14

Geschl.	Nr.	Tag	Alter	y_a	y_b	y_c	t_2
m	1	1	16,8	6,3	4,9	3,0	2.Std.
m	1	2	16,8	7,8			5.Std.
m	2	1	15,11	24,7	31,7	4,5	4.Std.
m	2	2	15,11	13,0			5.Std.
m	3	1	15,8	22,6	40,9		4.Std.
m	3	2	15,8	27,5			4.Std.
m	4	1	15,7	13,1	14,8		6.Std.
m	4	2	15,7	11,9			2.Std.
m	5	1	15,4	5,1	27,4	8,6	2.Std.
m	5	2	15,4	2,2			2.Std.
m	6	1	15,1	10,9	20,0	6,7	5.Std.
m	6	2	15,1	22,5			6.Std.
m	7	1	15,0	8,9	6,2	2,1	4.Std.
m	7	2	15,0	9,7	12,1		2.Std.
m	8	1	14,4	14,6	1,5	9,5	3.Std.
m	8	2	14,4	7,5			4.Std.
m	9	1	14,4	9,4	6,8	1,9	3.Std.
m	9	2	14,4	4,3			6.Std.
m	10	1	14,0	9,4			6.Std.
m	10	2	14,0	11,0	3,0		3.Std.
m	11	1	14,0	7,3	7,2	4,6	5.Std.
m	11	2	14,0	3,6	2,0		2.Std.
m	12	1	13,7	6,0	1,5		4.Std.
m	12	2	13,7				

Tabelle 15

Relativer PF-Abfall am Vormittag

y_a in %	% der männl. Probanden	% der weibl. Probanden	% der männl. und weibl. Probanden
0 - 5	13,0	17,8	16,4
5,1 - 10	43,5	21,4	27,8
10,1 - 15	26,1	28,6	27,8
15,1 - 20		17,0	12,6
20,1 - 25	13,0	8,9	10,1
25,1 - 30	4,3	3,6	3,7
30,1 - 35		1,8	1,2

Tabelle 16

Konvergenztafel für männl. und weibl. Verhalten

y_a	< 10 %	> 10 %	
m	13	10	23
w	22	34	56
	35	44	79

$$\begin{aligned}
 \chi^2 &= 1,32 \\
 \alpha &= 0,25 \\
 n &= 25 \%
 \end{aligned}$$

Tabelle 17

Relativer Anstieg der PF nach dem Mittagessen

y_b in %	% der männl. Probanden	% der weibl. Probanden	% der männl. und weibl. Probanden
0 - 5	28,5	2,3	8,7
5,1 - 10	21,4	11,6	14,0
10,1 - 15	14,3	25,6	22,8
15,1 - 20	7,1	23,3	19,2
20,1 - 25		20,9	15,7
25,1 - 30	7,1	9,3	8,7
30,1 - 35	7,1	2,3	3,5
35,1 - 40	7,1	2,3	3,5
40 - 60		2,3	1,7

Tabelle 18

Konvergenztafel für männl. und weibl. Verhalten

y_b	< 10 %	> 10 %	
m	7	6	13
w	6	37	43
	13	43	56

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 6,81 \\ \alpha &= 0,01 \\ &= 1 \% \end{aligned}$$

Tabelle 12

Blutdruckamplitude vor der 1. Unterrichtsstunde und nach jeder folgenden Schulstunde bei 80 Untersuchungen

Name	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9. Std.
1 Os., El., w.	45	40	45	40	50	40	40	50	
1 Or., El., w.	40	40	35	40	45	60	40	45	
2 Da., Jö., m.	50	30	40	40	40	50	45	30	
2 Da., Jö., m.	45	40	40	40	50	40			
3 Ba., Ja., w.		25	45	40	45	45			
3 Da., Ja., v.	45	40	40	35	40	30	30	30	45
4 Ne., Uw., m.	45	45	40	40	40	40	40		
4 Ne., Uw., m.		45	35	40	30	50			
5 Pr., Ro., m.	50	40	45	50	40	40	40	45	40
5 Pr., Ko., m.		40	40	40	50	50	45		
6 Du., Da., v.			45	50	50	50	60	45	
6 Du., Da., w.	50	50	50	50	50	40	50	40	
7 Ka., Ka., m.	60	50	55	40	50	70	60	60	
7 Ka., Ka., m.	50	50	55	55	60	60			
8 He., Ro., m.	45	40	35	30	50	50	40	30	
8 He., Ro., m.	45	45	40	40	45	40	45		
9 Sp., Ka., w.	40	45	45	40	45	45	40		
9 Sp., Ka., v.	50	50	50	50	50				
10 Sp., Ki., w.			60	40	50	50	50	50	
10 Sp., Ki., w.	50	50	50	50	50	50	40	40	

Fortsetzung von Tabelle 19

Name	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.Std.
11 Sc., H., m.	60	50		55	50	50	55	50	
11 Sc., H., m.			50	45	45	50	50	40	
12 Se., Ga., w.	50	40	50	45	50	40	40	40	
12 Se., Ga., w.	50	45	40	45	55	50	50	50	
13 Ma., Mo., w.	45	50	40	50	45	60			
13 Ma., Mo., w.	40	40	30	50		50	50	45	
14 Ar., Gi., w.	40	50	40	45	35	60	40	40	
14 Ar., Gi., w.	40	45	40	40	40				
15 Dr., He., w.	50	30	40	35	30	35	40	40	
15 Dr., He., w.	40	40	30	30	25	40			
16 Le., Ro., w.	50	45	45	45	50	55	50	40	
16 Le., Ro., w.	60	50	50	50	45	40	60	65	
17 Fi., Ol., m.	40	40	45	40	40	50	50	50	
17 Fi., Ol., m.	50	55	45	50	50				
18 Ha., El., w.	40	40	40	40	50	50	60	40	
18 Ha., El., w.	50	60	40	45	40	45	50		
19 Ne., Pe., w.	50	50	50	55	50	55	55	55	
19 Ne., Pe., w.	50	40	50	50	50	50	50	50	
20 Wr., Ba., w.	40	55	60	55	50	45	55	55	
20 Wr., Ba., w.	50	40	50	50	50	55	50	50	
21 Ha., An., w.	50	55	50	50	45	35	50	55	50
21 Ha., An., w.	50	50	55	50				45	

Portnetz mit von Tabelle 12

Tag	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9. Std.
22 Ku., Ro., m.	40	35	40	40	40	35	30	30	
22 Ka., Ro., m.	45	45	40	45	40	40	45		
23 Ka., la., w.	50	45	50	45	45	40	45	45	
23 Ka., Ma., w.	55	45	60	50	50	50	50	40	50
24 Hi., Ga., w.	50	45	40	40	45	45	40	40	
24 Hi., Ga., w.	45	40	40	40	50	50	45	40	40
25 Pi., la., w.	45	45	40	45	50	55			
25 Pi., la., w.	60	50	50	45	45	50			
26 Gr., Ri., w.	40	40	50	45	55	50			
26 Gr., Ri., w.	45	40	40	40	40				
27 He., Ge., m.	50	50	45	45	50	55	60	45	
27 He., Ge., m.	60	55	55	55	50	50			
28 Wi., Re., m.	65	60	55	55	45	50	50		
28 Wi., Re., m.	55	70	60	55	55	55			
29 We., An., w.	50	50	55	50	50	40	45	45	55
29 We., An., w.	45	45	50	50	50	50	50	55	
30 To., Do., w.	55	50	45	50	45	40	50	55	50
30 To., Do., w.	40	50	45	50	50	50	50	50	
31 Ru., In., w.	40	35	35	35	40	40	55	50	50
31 Ru., In., w.	45	40	40	40	45		45	45	

Fortsetzung von Tabelle 19

Name	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9. Std.
32 Vo., Su., w.	40	45		45	45	45	60	50	
32 Vo., Su., w.	45	45		45	45		50	50	
33 Da., Ma., w.			40	45	45	50	45	45	
33 Da., Ma., w.	45	45	40	50	45	45	50	50	
34 Ka., Ka., w.	50	55	40	45	55	50	50	50	
34 Ka., Ka., w.	50	55	60	60	60	60	50	45	
35 Ki., Vi., w.	55	50	45	50	50	50	50	50	
35 Ki., Vi., w.	55	50	50	50	50	50	60	50	
36 Kr., Sa., w.	50	45		45	45	50	50	50	
36 Kr., Sa., w.	50	55		50	50	50	50	45	
37 Ap., Jü., m.			50	45	50	50	45	50	
37 Ap., Jü., m.	55	40	40	45	45	540			
38 Kü., Wo., m.			50	45	45	50	50	45	
38 Kü., Wo., m. ¹	50	50	50	50	50	50			
39 Br., Cl., w.	50	60	45	45	65	55	60	55	
39 Br., Cl., w.	45		45	45	50	50			
40 Kö., An., w.	50	45	50	50	50	50	50	50	
40 Kö., An., w.			50	45	50	55			

Tabelle 26

Wöchentliches Stundenmaß vor der 1. Unterrichtsstunde und nach jeder folgenden Unterrichtsstunde bei 80 Untersuchungen

Unters.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.Std.
1. Su., Ko., m.	110	105	100	110	100	105	100	100	
2. Su., Ko., m.	105	105	100	100	100	100	110		
3. Gr., Ki., w.	105	100	110	100	100	100			
4. Gr., Ki., w.	110	115	110	120	120	110			
5. Os., Ki., w.	120	110	110	110	115	120	110	130	
6. Os., Ki., w.	110	110	110	110	115	130	110	110	
7. Ka., Ka., m.	130	110	120	100	110	114	120	120	
8. Ka., Ka., m.	130	120	115	115	120	130			
9. He., Ge., m.	130	120	120	115	115	115	130	115	
10. He., Ge., m.	110	110	115	110	120	120			
11. So., Ki., w.	140	120	120	110	120	120			
12. So., Ki., w.	120	120	120	110	110	110	110	120	
13. So., Ki., w.	120	115	115	110	105	110			
14. So., Ki., w.	110	110	110	110	110				
15. So., Ki., w.	120	110	100	100	110	130			
16. So., Ki., w.	110	100	120	90	120	110	120	110	
17. Mi., Re., m.	135	130	120	120	115	120	120	120	
18. Mi., Re., m.	120	130	110	120	115	115			

Fortsetzung von Tabelle 20

Name	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.Std.
10 Ru., In., w.	110	100	105	100	105	105	125	110	
10 Ru., In., w.	110	115	105	105	115		115	105	110
11 Vo., Su., w.	110	110	110	110	110	110	130	115	
11 Vo., Su., w.	110	105	110	110	110		110	110	110
12 Le., Ro., w.	120	115	110	110	110	115	120	110	
12 Le., Ro., w.	130	110	110	115	110	110	130	130	
13 Fi., Ol., m.	110	100	105	100	100	120	110	110	
13 Fi., Ol., m.	120	125	115	120	120				
14 Ha., An., w.	110	115	110	110	110	115	110	115	
14 Ha., An., w.	120	120	115	110	110	110			
15 Kö., An., w.	110	110	115	115	120	110	110	110	
15 Kö., An., w.		115	105	105	110	115	110	110	
16 Ar., Gi., w.	110	110	110	115	100	120	110	110	
16 Ar., Gi., w.	110	105	110	110	100				
17 Da., Jö., m.	120	100	110	120	115	110	105	110	
17 Da., Jö., m.	115	120	110	110	120	110			
18 Kr., Sa., w.	110	110	120	105	105	110	120	110	110
18 Kr., Sa., w.	110	100	105	105	120	120	120	110	
19 He., Ro., m.	115	110	100	105	120	130	110	100	
19 He., Ro., m.	110	100	100	100	110	110	110		
20 Br., Cl., w.	120	110	110	110	130	120	120	120	
20 Br., Cl., w.		115	110	110	115				

Fortsetzung von Tabelle 20

Name	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.Std.
21 Se., Ga., w.	130	110	110	110	115	110	120	110	
21 Se., Ga., w.	130	110	110	110	115	120	110	110	
22 Ki., Vi., w.	115	110	110	110	110	110	120	110	
22 Ki., Vi., w.	115	110	110	110	110	110	130	110	110
23 Fi., Da., w.	125	110	110	110	120	120			
23 Fi., Da., w.	120	115	110	105	105	110			
24 To., Do., w.	120	110	110	115	110	130	120	120	
24 To., Do., w.	110	115	110	115	115	115	120	115	
25 We., An., w.	130	115	120	115	115	130	115	115	
25 We., An., w.	110	120	120	120	120	120	120	120	120
26 Ka., Ka., w.	120	130	120	115	120	130	120	120	
26 Ka., Ka., w.	120	115	120	120	120	120	130	115	
27 Du., Da., w.	120	120	120	115	120	120	140	120	
27 Du., Da., w.	120	120	120	120	110	120	120	120	
28 Kü., Wo., m.	130	130	115	115	115	120	115	115	
28 Kü., Wo., m.	120	120	120	120	115	115			
29 Ap., Jü., m.	110	105	110	120	105	110			
29 Ap., Jü., m.	115	110	105	110	105	110			
30 Wr., Ba., w.	120	120	120	115	110	110	120		
30 Wr., Ba., w.	110	120	110	110	115	115			

Fortsetzung von Tabelle 20

Name	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.Std.
31 Ba., Ma., w.	110	100	100	100	120	100	100	100	110
31 Ba., Ma., w.	100	110	105	115	110				
32 Ha., El., w.	120	110	110	110	120	120	130		
32 Ha., El., w.	120	130	110	115	110	115	130	110	
33 Ne., Pe., w.	130	120	110	115	120	120	120	115	
33 Ne., Pe., w.	120	110	120	115	120	120	120	120	
34 Ne., Uw., m.	115	110	110	115	110	120			
34 Ne., Uw., m.	105	110	110	100	120	110			
35 Pr., Ro., m.	130	115	120	115	120	120	120	115	120
35 Pr., Ro., m.	110	120	110	110	120	130	115		
36 Dr., He., w.	110	90	100	90	90	95			
36 Dr., He., w.	100	100	90	90	85	100	100	100	
37 Da., Ma., w.	105	120	115	110	110	120	115	115	
37 Da., Ma., w.	105	105	100	110	105	105	110	110	
38 Ka., Ma., w.	120	110	110	110	115	110	110	110	
38 Ka., Ma., w.	115	110	120	110	105	110	120	110	110
39 Sc., H., m.	130	125	120	115	110	120	120	120	
39 Sc., H., m.	120	120	115	120	115	120			
40 Hi., Ga., w.	130	110	105	105	110	110	105	110	105
40 Hi., Ga., w.	110	120	100	100	120	115	120	110	

Tabelle 21

d₂-Test: Gesamttestwert

Gruppe I Name	Anzahl der Punkte um		Leistungsstei- gerung in %
	10.00 Uhr	14.30 Uhr	
C., B.,	365	470	28,7
D., J.,	421	464	10,2
E., H.,	233	279	19,7
F., M.,	373	430	15,2
G., S.,	213	295	38,4
G., C.,	375	451	20,5
H., R.,	241	382	17,0
D., H.,	281	355	26,3
K., L.,	211	180	keine
K., R.,	381	526	38,0
H., P.,	514	180	keine
K., C.,	254	395	55,5
K., C.,	157	371	135,6
K., H.,	351	465	32,1
K., R.,	376	364	keine
O., G.,	516	453	keine
S., K.,	384	391	18,2
S., H.,	193	297	53,8
S., T.,	283	513	81,2
S., M.,	380	550	44,7
S., K.,	503	519	31,8
W., K.,	417	500	19,9
B., M.,	252	548	117,4
D., H.,	127	265	108,7
D., D.,	436	513	17,6
H., E.,	99	162	63,6

Fortsetzung von Tabelle 21

Gruppe I Name	Anzahl der Punkte um		Leistungsstei- gerung in %
	10.00 Uhr	14.30 Uhr	
J., K.,	127	328	158,2
K., M.,	287	479	66,8
K., R.,	190	341	79,4
K., C.,	301	385	27,9
M., M.,	312	525	68,2
N., P.,	371	529	42,5
S., D.,	384	501	30,5
W., P.,	470	556	18,2
W., J.,	380	336	keine
W., B.,	521	613	17,6
Z., U.,	221	424	91,9

Gruppe II			
	14.30 Uhr	10.00 Uhr	
B., A.,	229	326	42,3
E., M.,	140	538	284,2
G., A.,	278	307	10,4
G., K.,	407	513	26,0
G., P.,	334	449	34,4
H., S.,	326	556	70,5
K., E.,	307	429	39,7
K., D.,	267	315	17,9
K., H.,	165	284	72,1
K., L.,	205	311	51,2
K., G.,	286	434	51,7
K., J.,	292	343	17,4
K., R.,	205	301	46,8
L., A.,	183	214	16,9
L., A.,	283	428	51,2

Fortsetzung von Tabelle 21

Gruppe II Name	Anzahl der Punkte um		Leistungsstei- gerung in %
	14.30 Uhr	10.00 Uhr	
L., H.,	171	394	13,0
M., M.,	324	461	42,2
H., M.,	97	252	159,7
M., C.,	479	579	20,8
N., A.,	202	405	100,4
N., G.,	326	484	48,4
P., T.,	175	243	38,8
R., N.,	303	456	50,4
S., T.,	238	374	57,1
S., A.,	259	413	59,4
S., A.,	363	431	46,8
W., K.,	210	216	28,5
G., H.,	304	396	30,0
H., U.,	293	477	62,7
H., S.,	194	253	87,1
K., A.,	89	314	25,2
K., M.,	83	227	173,4
A., A.,	279	375	34,4
L., M.,	244	423	73,3
L., M.,	155	292	88,3
R., H.,	248	357	43,9
S., C.,	289	475	64,7
S., K.,	261	408	46,3
S., S.,	221	328	48,4
Z., M.,	131	192	46,5
S., G.,	275	372	35,2

Tabelle 22

d₂-Test: Fehlerprozent

Gruppe I Name	Fehlerprozent um		Verringerung um %
	10.00 Uhr	14.30 Uhr	
C., B.,	23,3	13,9	40,3
D., J.,	21,7	18,8	13,3
E., M.,	38,5	31,9	17,1
F., M.,	21,9	16,1	26,4
G., S.,	41,0	32,6	20,0
G., C.,	28,4	16,4	49,2
H., R.,	36,9	21,2	42,5
K., H.,	33,0	25,1	23,9
K., L.,	43,8	51,3	keine
K., R.,	26,5	12,1	54,3
K., P.,	20,1	53,3	keine
K., C.,	36,5	19,2	47,3
K., C.,	55,2	34,8	36,9
K., H.,	24,5	12,7	48,1
K., R.,	21,9	23,1	keine
O., G.,	20,6	24,3	keine
S., K.,	23,5	21,8	7,2
S., H.,	46,8	30,5	34,8
S., T.,	31,8	10,1	68,2
S., M.,	25,0	13,1	51,6
S., K.,	17,1	12,9	24,5
W., K.,	18,3	11,1	39,3
B., M.,	36,5	16,0	56,1
D., H.,	58,0	35,2	39,3
D., D.,	19,1	10,6	44,4
H., E.,	66,3	50,6	23,6
J., K.,	56,0	27,7	51,4

Fortsetzung von Tabelle 22

Gruppe I Name	Fehlerprozent um		Verringerung um %
	10.00 Uhr	14.30 Uhr	
K., M.,	36,0	19,9	44,7
K., R.,	48,3	25,3	47,6
K., C.,	30,4	20,9	31,2
M., M.,	36,5	16,0	56,1
N., P.,	34,3	14,6	54,5
S., D.,	24,7	14,6	40,8
W., P.,	14,5	6,8	53,1
W., J.,	30,9	25,8	16,6
W., B.,	13,5	6,1	54,8
Z., U.,	45,2	33,2	29,6

Gruppe II			
	14.30 Uhr	10.00 Uhr	
B., A.,	49,0	26,4	46,1
E., M.,	56,5	14,0	75,2
G., A.,	36,2	32,8	9,3
G., K.,	19,5	15,9	18,4
G., P.,	25,7	13,7	46,6
H., S.,	28,4	16,0	43,6
K., E.,	30,3	17,1	43,2
K., D.,	35,8	29,2	18,4
K., H.,	50,5	32,8	35,4
K., L.,	43,3	32,8	24,2
K., G.,	34,8	18,2	47,7
K., J.,	32,0	25,5	20,3
K., R.,	46,0	31,2	32,1
L., A.,	46,6	40,5	13,0
L., A.,	33,2	18,0	45,7
L., H.,	49,4	22,4	54,6

Fortsetzung von Tabelle 22

Gruppe II Name	Fehlerprozent um		Verringerung um %
	14.30 Uhr	10.00 Uhr	
M., M.,	29,2	15,4	47,2
M., M.,	65,2	36,5	42,4
K., C.,	15,6	5,5,	51,5
N., A.,	44,6	21,0	52,6
N., G.,	31,3	17,1	45,3
P., T.,	49,5	37,3	24,6
R., M.,	31,2	15,2	50,9
S., T.,	36,8	23,3	36,6
S., A.,	38,7	21,3	44,9
S., A.,	27,1	17,9	33,5
W., K.,	44,5	43,4	2,4
G., M.,	32,4	22,1	31,6
H., U.,	37,6	17,9	78,9
H., S.,	51,6	35,4	31,3
K., A.,	67,8	27,8	58,0
K., M.,	69,8	42,8	38,6
K., A.,	35,5	23,1	34,9
L., M.,	39,0	18,3	53,3
L., M.,	53,7	29,9	44,3
R., M.,	47,1	29,3	59,0
S., C.,	35,0	13,9	60,2
S., K.,	35,5	18,4	48,1
S., S.,	50,0	26,9	46,2
Z., M.,	57,8	46,3	19,9
Z., G.,	43,9	26,3	40,0

Tabelle 23

d₂-Test: Konvergenztafeln für Gesamttestwert und Fehlerprozent

Gesamttestwert

	< 25 ..	> 25 ..	
Gruppe I	15	22	37
Gruppe II	6	35	41
	21	57	78

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 5,38 \\ \alpha &= 0,025 \\ &= 2,5 \% \end{aligned}$$

Fehlerprozent

	< 25 ..	> 25 ..	
Gruppe I	12	25	37
Gruppe II	9	32	41
	21	57	78

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 0,618 \\ \alpha &= 6,4 \\ &= 40 \% \end{aligned}$$

Tabelle 24

Ergebnisse einer Geometriearbeit der 9. Jahrgangsstufe

Gesamtleistung:	vormittags:	1454 Punkte
	nachmittags:	1729 Punkte
Teilnehmer:	vormittags:	143
	nachmittags:	144

Vormittag				Nachmittag			
20	--	=	0	2	=	40	
19	4	=	76	44	=	76	
18	4	=	72	11	=	198	
17	5	=	84	7	=	119	
16	5	=	80	9	=	144	
15	9	=	135	18	=	270	
14	6	=	84	12	=	168	
13	11	=	143	10	=	130	
12	13	=	156	12	=	144	
11	8	=	88	9	=	99	
10	14	=	140	7	=	70	
9	9	=	81	5	=	45	
8	10	=	80	11	=	88	
7	12	=	84	8	=	56	
6	12	=	72	4	=	24	
5	11	=	55	8	=	40	
4	5	=	20	5	=	20	
3	4	=	12	1	=	3	
2	1	=	2	1	=	2	
1	--	=	0	--	=	0	

Tabelle 29

Vergleich der prozentualen Abweichung der PF vom Tagesmittel nach HELLBÜGGE u. a. (1956) mit der prozentualen Abweichung der PF vom Tagesmittel bei 80 Untersuchungen in einer Ganztagschule

HELLBÜGGE u. a.

Uhrzeit	PF-Abweichung vom Tagesmittel in %
7.00	115
9.00	117
11.00	115
13.00	102,5
15.00	107,5
17.00	111

Untersuchung der Verf.

1. Mittelwert von I und II a (siehe Abb. 10 a)
= 89,67 = 100 %
2. Mittelwert von I und II b (siehe Abb. 10 a)
= 90,62 = 100 %

Schulstunde	1.	2.
1. Std.	103,2	102,1
2. Std.	97,4	96,3
3. Std.	97,7	96,7
4. Std.	97,0	96,0
5. Std.	98,7	97,7
6. Std.	98,4	Pause
7. Std.	Pause	105,5
8. Std.	106,4	104,0
9. Std.	100,9	101,5

G Literatur

- 1.) BACHMANN, K.: Probleme der RR-Messung. Sportarzt, Sportmedizin 7 (1969) 271 - 281
- 2.) BARTENWERFER, H.: Herzrhythmik-Merkmale als Indikatoren psychischer Anspannung. Psychol. Beiträge 4 (1960) 7 - 25
- 3.) BASSAN, L.: Forderungen des Physiologen und Arztes an die Biotelemetrie. Z. Ges. Hygiene 12 (1966) 755 - 772
- 4.) BETRIEBSANLEITUNG: Telecust 36 der Fa. Siemens MM 905/1027
- 5.) BERLINER FORUM: 1/70, Presse- und Informationsamt des Landes Berlin (1970)
- 6.) BJERNER, HOLM, SVENSSON: zit. nach HELLBRÜGGE, TH. (19)
- 7.) BRICKENKAMP, R.: Test d₂, Aufmerksamkeits-Belastungs-Test, Handanweisung, Verlag für Psychologie, Dr. C. J. Hogrefe, Göttingen. 4. Aufl. (1972)
- 8.) CHRISTIAN, P.: Funktionsdiagnostik mit telemetrischen Methoden unter Einschluß psychosomatischer Aspekte. Münch. Med. Wschr. 112 (1970) 270 - 275
- 9.) DEUTSCHER BILDUNGSRAT: Empfehlungen der Bildungskommission: Einrichtung von Schulversuchen mit Gesamtschulen. 19. Sitzung der Bildungskommission 30/31. 1. 1969. Bundesdruckerei Bonn, 2. Aufl. (1971)
- 10.) DUPUIS, H.: Pulsfrequenzmessungen beim Arbeitsstudium. ASA 7 (1972) 83 - 84
- 11.) FISCHER, J.: Ärztliche Stimmen zur Jugendüberforderung durch die höhere Schule. Dtsch.-Ärzteblatt 42 (1957) 156 - 160
- 12.) FLOTHO, W.: Der Tagesgang der stündlichen Pulssumme bei körperbehinderten Schülern und seine Abhängigkeit von körperlicher Aktivität und seine Leistungsfähigkeit. Med. Diss. Marburg 1969
- 13.) GASSL, W.: Arzt und Fünftageschule. Öff. Gesundheitsdienst 25 (1963) 2

- 14.) GRAF, O.: zit. nach HELLBÜGGE, TH. (23)
- 15.) GRASSER, K.: Die Telemetrie in der Luftfahrt-
medizin; in: Biotelemetrie, Georg-
Thieme-Verlag Stuttgart 1970, 75 - 80
- 16.) GUTHOF, O,
L. DEIMEL,
A. HOCHBERGER: Überforderung durch die Schule -
und trotzdem 5-Tage-Woche?
Der Städtetag 1 (1959) 2
- 17.) HARTUNG, K.: Vortrag auf der Jahrestagung der
Dtsch. Gesellschaft für Sozialpä-
diatrie am 10. 11. 1971 in Krefeld.
- 18.) HELLBÜGGE, TH.,
J. LANGE,
J. RUTENFRANZ: Über die Entwicklung von tageszeit-
lichen Veränderungen der PF im
Kindesalter. Zschr. f. Kinderh. 78
(1956) 703 - 722
- 19.) HELLBÜGGE, TH.,
J. RUTENFRANZ: Schichtunterricht und Leistungsbe-
reitschaft. Münch. Med. Wschr. 98
(1956) 1677 - 1781
- 20.) HELLBÜGGE, TH.: Zur Problematik des Nachmittags-
unterrichts. Dtsch. Ärzteblatt 56
(1959) 1612 - 1618
- 21.) HELLBÜGGE, TH.,
J. RUTENFRANZ,
O. GRAF: Gesundheit und Leistungsfähigkeit
im Kindes- und Jugendalter. Georg-
Thieme-Verlag, Stuttgart 1960
- 22.) HELLBÜGGE, TH.: Zur Frage der 5-Tage-Woche. Der
Landarzt 36 (1960) Heft 9,
298 - 305
- 23.) HELLBÜGGE, TH.: Über tageszeitliche Veränderungen
der physiologischen Leistungsbe-
reitschaft bei Schulkindern.
Fschr. Med. 78 (1960) 41 - 44
- 24.) HELLBÜGGE, TH.,
J. RUTENFRANZ: Die Bedeutung der Alterskonstitu-
tion für Beanspruchung und Erho-
lung im Kindes- und Jugendalter.
Dtsch. Med. Wschr. 84 (1959)
827 - 837
- 25.) HOFFMANN, H.: Experimentelle Kreislaufuntersu-
chungen bei gesunden Kraftfahrzeug-
führern unter variierten Fahrbedin-
gungen. Münch. med. Wschr. 48
(1961) 2335 - 2338 u. 2358 - 2389
- 26.) HÜLLEMANN, K.-D.: Telemetrie bei der Erst- und Zweit-
prävention koronarer Herzkrankhei-
ten. Med. Technik 9 (1960)
283 - 286

- 27.) HÜLLEMANN, K.-D.: Telemetrische Trainingsüberwachung von Herzinfarktpatienten. Ärztl. Praxis 21 (1969) 5416
- 28.) HÜLLEMANN, K.-D., EKG-Telemetrie. Technik und praktische Anwendung. Münch. Med. Wschr. 112 (1971) 2111 - 2118
- 29.) HUNGERLAND, H. Die Pulsfrequenz des gesunden Kindes im Alter von 3 - 14 Jahren zu verschiedenen Nachtzeiten. Zschr. f. Kinderh. 71 (1952) 369 - 378
- 30.) JORES, A.: Physiologie und Pathologie der 24-Std.-Rhythmik des Menschen. Erg. inn. Med. 48 (1935) 574 - 629
- 31.) JUNGEMANN, H.: Über den Einfluß von Tageszeit, Nahrungsaufnahme und Nüchternzustand auf den Kreislauf. Z. Kreislaufforschung 43 (1954) 120
- 32.) KAISER, F., Kreislaufdynamische 24-Std.-Rhythmik beim Menschen. Klin. Wschr. 27 (1949) 659 - 662
- 33.) KEUL, J., Herzfrequenz während des Trainings von Hochleistungssportlern in Mexico City. Int. Zschr. angew. Physiologie 26 (1968) 150 - 163
- 34.) KIRCHHOFF, H.W.: Über den kindlichen Kreislauf. Erg. Inn. Med. 5 (1954) 156
- 35.) KIRCHHOFF, H.W.: Untersuchungen zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit im Kindesalter. Zschr. f. Kinderh. 78 (1956) 638
- 36.) KIRCHHOFF, H.W.: Die Telemetrie als Hilfsmittel der Arbeits- und Leistungsphysiologie. ASA 4 (1969) 112 - 116
- 37.) KIRCHHOFF, H.W.: Die Bedeutung des EKG für die Flugmedizin unter besonderer Berücksichtigung telemetrischer inflight-Abteilungen; in: Biotelemetrie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart 1970, 71 - 77
- 38.) KLAUS, E.J., Untersuchung zur Tagesrhythmik der Pulswellengeschwindigkeit beim Sportler. Int. Zschr. angew. Physiologie 18 (1960) 319 - 322

- 39.) KLAUS, E. J.,
D. CLASING,
G. VOGLER-TITZE: Das Verhalten der Herzfrequenz während des Trainings bei den deutschen Teilnehmern der Weltmeisterschaft im Kunstturnen in Dortmund. Sportarzt u. Sportmed. 18 (1967) 489 - 492
- 40.) KLEIN, K. E.,
H. BRÜNER,
R. FINGER,
K. SCHALKHÄUSER,
H. M. WEGMANN: Tagesrhythmik und Funktionsdiagnostik der peripheren Kreislaufregulation. Int. Zschr. angew. Physiol. 23 (1966) 125 - 139
- 41.) KLIMT, F.,
A. FELKEL: Die körperliche Belastung eines 350 m-Hallenlaufes. Radiotelemetrische EKG-Registrierung bei 8 - 10jährigen Kindern. Sportarzt u. Sportmed. 21 (1970) 14 - 22
- 42.) KLOTZBÜCHER, E.: Die Aussagefähigkeit verschiedener Pulsgrößen über das individuelle Pulsverhalten bei geistiger Arbeit. Int. Arch. Gewerbepath., Gewerbehyg. 25 (1969) 307 - 322
- 43.) KUNZE, J. A.,
E. LANG: Telemetrische Elektrokardiographie im Rahmen der Rehabilitation von Herzpatienten; in: Biotelemetrie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart 1970 102 - 109
- 44.) LANGE, E.: Über die Entwicklung einer Tagesperiodik verschiedener Körperfunktionen unter besonderer Berücksichtigung der Pulsfrequenz, der Schlaf-Wachverteilung und der Körpertemperatur. Med. Diss. München 1957
- 45.) LINDE, H.: Die Tagesschule, Quelle u. Meyer Verlag, Heidelberg 1963
- 46.) LÖBER: zit. nach OCKEL, E. (53)
- 47.) LOHMANN, J.: Die Ganztagsschule, Pädagogisches Zentrum, Reihe B: Diskussionsbeiträge. Vlg. Julius Beltz, Weinheim - Berlin 1966
- 48.) MENZEL, W.: Der 24-Std.-Rhythmus des menschlichen Blutkreislaufs. Erg. Inn. Med. 61 (1942) 1 - 57
- 49.) MENZEL, W.: Zum Wesen der Tagesrhythmik. Ärztl. Wschr. 12 (1947)
- 50.) MEYTHALER, M.,
J. SCHMIDT: EKG-Telemetrie beim Sport in Biotelemetrie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart 1970, 37 - 44

- 51.) MICHA, J.: Ein 5-Tage-Schulversuch. Soziale Arbeit 8 (1959) 426 - 438
- 52.) OBERHOFF, P.: Über den Blutdruck im Kleinkindes- und Schulalter und seine tagesperiodischen Veränderungen. Med. Diss. München (1958)
- 53.) OCKEL, E.: Tagesschwankungen des RR und der PF bei Schülern der 6. Kl. einer Tagesschule. Dtsch. Gesundheitswesen 20 (1965) 1247 - 1251
- 54.) OCKEL, E.: Erfahrungen und Probleme bei Kreislaufuntersuchungen zur Beanspruchung des kindl. Organismus durch vorwiegend geistige Arbeit. Ärztl. Jugendkunde 60 (1969) 154 - 168
- 55.) PETERS, TH.: Mentale Beanspruchung von Büroangestellten im Schreibdienst und bei Vorzimmertätigkeit. Zbl. Arbmed. und Arbeitsschutz 24 (1974) 197 - 207
- 56.) QUINKE, H.-J.: Zum Problem der tageszeitlichen Lage von Beanspruchung und Erholung im Schulalter unter besonderer Berücksichtigung des Schichtunterrichts. Med. Diss. München (1957)
- 57.) REINEMANN, H.,
PH. BECKHOVE,
H. ROSKAM: Herzfrequenz bei Fallschirmspringern. Wehrdienst und Gesundheit XIV, 48 - 53
- 58.) RÖMER, H.: Problematik telemetrischer Herzfrequenzuntersuchungen im Schulalter. Methoden und Probleme der angew. und Leistungsphysiologie (Verhandlungen der Dtsch. Ges. für exp. Medizin) 18 (1967) 189 - 195
- 59.) ROMERT, H.: Analyse mentaler Belastung und Beanspruchung von Flugradarlotsen. 12. Jahrestagung der Dtsch. Ges. Arbmed. 25. - 28. 10. 72 in Dortmund. A. W. Gentner Vlg., Stuttgart 1973, 43 - 62
- 60.) RONGE, A.: Zur Frage der 5-Tage-Woche in der Schule. Bundesgesundheitsblatt Nr. 20 (1969) 308 - 311
- 61.) ROSENKRANZ, K.A.,
K. UHLENBRUCH,
B. GRUSS: Herzfrequenzmessungen bei Schwerarbeitern während ganzer Arbeitsschichten. Med. Klin. 64 (1969) Nr. 30, 1355 - 1358

- 62.) RUTENFRANZ, J.,
HELLBRÜGGE, TH.,
NIGGESCHMIDT, W.: Über die Tagesrhythmik des elek-
trischen Hautwiderstandes bei
11jährigen Kindern. Zschr. f.
Kinderh. 78 (1956) 144 - 157
- 63.) RUTENFRANZ, J.,
HELLBRÜGGE, TH.: Über Tagesschwankungen der Rechen-
geschwindigkeit bei 11jährigen
Kindern. Zschr. f. Kinderh. 80
(1957) 65 - 82
- 64.) RUTENFRANZ, J.: Untersuchung über die Abhängig-
keit der körperlichen Leistungs-
fähigkeit von Lebensalter, Ge-
schlecht und körperlicher Entwicklung.
Zschr. f. Kinderh. 83 (1959) 65
- 65.) RUTENFRANZ, J.: Über das Verhalten der PF bei Arbeit
unter Zeitdruck. Int. Zschr. angew.
Physiologie 18 (1960) 262 - 279
- 66.) RUTENFRANZ, J.,
TH. HELLBRÜGGE,
K. STEHR, CHR.
HOCKE, R. HOCKE: Über den Einfluß des Filmerlebnisses
auf das Pulsverhalten von Kindern.
Zschr. f. Kinderh. 84 (1960)
522 - 542
- 67.) SCHÄCKE, G.,
H.J. WOITWITZ,
R. WOITWITZ: Moderne Langzeituntersuchungen von
Herzschlagfrequenz und Elektrokardiogramm am Arbeitsplatz. ASA 5
(1972) 171 - 175
- 68.) SCHIESSL, G.: Über tagesrhythmische Veränderungen
des Blutzuckers bei Schulkindern.
Med. Diss. München 1959
- 69.) SCHMIDT, F. L.: Über die Auswahl und Lage der Elek-
troden beim Anwenden bipolarer
elektrokardiographischer Brustwand-
ableitungen. Sportarzt u. Sportmed.
21 (1970) 243 - 248
- 70.) TIEFENBACH, W.: Über den Einfluß der Körperhaltung
auf die Herzfrequenz bei Kindern
während gleichförmiger geistiger
Tätigkeit. Ärztl. Jugendkunde 60
(1969) 436 - 439
- 71.) TÜRPEL, R.: zit. nach QUINKE, H.-J. (56)
- 72.) ULLRICH, G. J.: Zur Technik der Biotelemetrie; in:
Biotelemetrie, Georg-Thieme-Verlag,
Stuttgart 1970, 1 - 13
- 73.) VOIGT, E.-D.,
P. ENGEL,
H. KLEIN: Über den Tagesgang der körperlichen
Leistungsfähigkeit. Int. Zschr. angew.
Physiologie 25 (1968) 1 - 12
- 74.) VÖLKER: zit. nach JORES (30)

- 75.) WOITOWITZ, H.-J., Zur Erfassung psycho-vegetativer
G. SCHÄCKE, Belastungen am Arbeitsplatz mit
R. WOITOWITZ: Hilfe der Radiotelemetrie.
ASA 6 (1971) 259 - 262
- 76.) WOITOWITZ, H.-J., Radiotelemetrische Untersuchungen
A. OBERSTEINER, von Herzschlagfrequenz, EKG und
G. KINDERMANN, Hauttemperatur bei operativ tätigen
R. WOITOWITZ: Gynäkologen. ASA 7 (1972)

Herrn Prof. Dr. med. H. Genz möchte ich für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die Unterstützung und Beratung bei der Durchführung danken.

Herrn Prof. Dr. med., Dr. rer. nat. G. Fuchs, Leiter des Instituts für Medizinische Statistik und Dokumentation der Freien Universität Berlin, danke ich sehr für die Hilfe bei der statistischen Auswertung des Untersuchungsmaterials.

Ferner gilt mein Dank Herrn H. J. Rothe, stellvertretender Leiter der Carl-Zeiss-Schule, für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen.

Lebenslauf

- 15.10.1944 geboren in Rudolstadt/Thüringen
als einziges Kind des Dr. med.
Fritz Clauß und seiner Ehefrau
Senta Clauß, geb. Pratsch.
- 1950 - 1956 Herz-Jesu-Schule in Berlin-
Charlottenburg
- 1956 - 1963 Herder-Schule in Berlin-Char-
lottenburg, Wissenschaftlicher
Zweig, Neusprachlicher Zug,
Abitur.
- SS 1963 Beginn des Studiums der Medizin in
Erlangen.
Physikum 1965.
- WS 1965/1966 Fortsetzung des Medizinstudiums
in Heidelberg.
Staatsexamen 11.12.1968
28. 3.1969 Eheschließung mit Dr. med.
Peter Moch
1. 5. - 31. 8.1969 Medizinalassistentin im Städt.
Krhs. Spandau, Berlin, Patholog.
Abtl.
1. 9. - 31.12.1969 Medizinalassistentin im Humboldt-
Krhs., Berlin, Chirurg. Abtl.
1. 1. - 30. 4.1970 Medizinalassistentin im Städt.
Krhs. Spandau, Innere Abtl.
Approbation 22. 5.1970.
1. 6.1970 - 31. 5.1972 AOK-Krankenhaus Pfalzburger Straße,
Berlin, Innere Abteilung als
Stationsärztin.
1. 7.1972 - 30. 4.1974 Institut für Sozialhygiene und
öffentliches Gesundheitswesen
der FU Berlin als Wiss. Ass.
25. 4.1973 Geburt des Sohnes Ulrich.
6. 5.1975 Geburt der Tochter Katrin.
- seit dem
1. 5.1974 nicht mehr im ärztlichen Beruf
tätig.

B. Ladewig - Dissertationsdruck - 1 Berlin 12 - Pestalozzistraße 106
Tel.: 3128885 - 3138198